

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: M4101 Zemědělské inženýrství

Studijní obor: Pozemkové úpravy a převody nemovitostí

Katedra: Katedra krajinného managementu

Vedoucí katedry: prof. Ing. Tomáš Kvítek, CSc.

DIPLOMOVÁ PRÁCE  
HODNOCENÍ ÚČINNOSTI SPOLEČNÝCH ZAŘÍZENÍ  
V RÁMCI KPÚ

Vedoucí diplomové práce: Ing. Jana Moravcová

Autor: Nikola Navrátilová

České Budějovice, duben 2011

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
Zemědělská fakulta  
Katedra pozemkových úprav  
Akademický rok: 2008/2009

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Nikola NAVRÁTILOVÁ**  
Studijní program: **M4101 Zemědělské inženýrství**  
Studijní obor: **Pozemkové úpravy a převody nemovitostí**  
Název tématu: **Hodnocení účinnosti společných zařízení v rámci KPÚ**

### Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Výběr vhodného souboru projektů KPÚ.

Vypracování návrhu hodnotících kritérií pro testování účinnosti společných zařízení.

Vlastní vyhodnocení souboru KPÚ z hlediska účinnosti společných zařízení podle navržených kritérií.

Syntéza získaných výsledků dle jednotlivých společných zařízení.

Shrnutí a návrh opatření z hlediska posílení účinnosti společných zařízení v rámci KPÚ.

Hozsah grafických prací:

Hozsah pracovní zprávy: 50 stran

Forma zpracování diplomové práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

ALMO, F. Principles and methods in landscape ecology, Springer, Dordrecht 2006, ISBN 1-4020-3328-1

DUMBROVSKÝ, M.: Pozemkové úpravy, Vysoké učení technické v Brně, Akademické nakladatelství CERM, Brno 2004, ISBN 80-214-2668-3

DUMBROVSKÝ, M., MEZERA, J., STRŘÍTECKÝ, L.: Metodický návod pro vypracování návrhů pozemkových úprav, Česká komora pro pozemkové úpravy, Praha 2004, 190 stran

DUMBROVSKÝ, M., KOLÁŘOVÁ, D.: Zásady navrhování územních systémů ekologické stability v rámci procesu komplexních pozemkových úprav, Metodika 16/1995, Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy Praha, Praha 1995

INGEGNOLI, V. Landscape Ecology: A Widening Foundation, Springer, New York 2002, ISBN 3-540-42743-0

KENDER, J.(editor): Teoretické a praktické aspekty ekologie krajiny, Ministerstvo životního prostředí ČR, Praha 2000, ISBN 80-7212-148-0

MADĚRA, P., ZIMOVÁ, E.(editoři): Metodické postupy projektování lokálního ÚSES, Ústav lesnické botaniky, dendrologie a typologie LDF MZLU v Brně a Löw a spol., Brno 2005

RYBÁRSKY, J., ŠVEHLA, F., GEISSÉ, E. Pozemkové úpravy. Bratislava, Alfa, 1991

SKLENIČKA, P. Základy krajinného plánování, Naděžda Skleničková, Praha 2003, ISBN 80-903206-1-9

TOMAN, F. Pozemkové úpravy, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně 1995, ISBN 80-7157-148-8

Časopisy: Pozemkové úpravy

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Jana Moravcová  
Katedra pozemkových úprav

Datum zadání diplomové práce


16. března 2009

Termín odevzdání diplomové práce:

30. dubna 2011

  
prof. Ing. Miroslav Šech, CSc.  
děkan

JIHOČESKÁ UNIVERZITA  
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA  
soudní budova  
Studýnská 13  
370 05 České Budějovice

  
doc. Ing. Zuzana Květek, CSc.  
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 16. března 2009

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že svoji diplomovou práci jsem vypracovala samostatně, pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě (v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Zemědělskou fakultou JU) elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

V Českých Budějovicích dne 18. dubna 2011

.....  
Nikola Navrátilová

## **Poděkování**

Touto cestou bych chtěla poděkovat vedoucí diplomové práce Ing. Janě Moravcové za připomínky, které vedly k vypracování daného tématu.

Dále bych ráda vyjádřila poděkování Pozemkovému úřadu v Písku za poskytnutí cenných informací a materiálů.

## Abstrakt

Cílem práce je zabývat se problematikou eroze, a to především vodní eroze, která ohrožuje pozemky orné půdy na polovině území ČR. Proto je žádoucí v rámci KPÚ navrhnout vhodná protierozní opatření zabraňující smyvu půdy z předmětných pozemků. Těmito opatřeními bude zajištěn jeden z hlavních cílů pozemkových úprav, a to ochrana a zúrodnění půdního fondu.

Práce přináší souhrn možných protierozních opatření, která jsou součástí plánu společných zařízení, jež je nedílnou složkou projektu pozemkových úprav. Plán společných zařízení tvoří budoucí kostru uspořádání zemědělské krajiny a je tedy formou krajinného plánu uvnitř pozemkové úpravy. Pozemkové úpravy se tímto stávají nejvýznamnějším nástrojem k prosazování zájmů tvorby a ochrany krajiny.

V práci budou přiblíženy metody k hodnocení erozních procesů, kdy jejich výběr závisí na účelu výzkumu. K vyhodnocení mohou sloužit empirické a simulační modely. V případě této práce bude použit nejrozšířenější empirický model jak ve světě, tak i u nás, a to univerzální rovnice ztráty půdy – USLE (Universal Soil Loss Equation) autorů Wischmeier a Smith formulovaná v roce 1978 v USA.

Pro aplikaci tohoto modelu bylo vybráno k. ú. Slabčice v Jihočeském kraji. Po provedeném průzkumu a prostudování dostupných podkladů byly vybrány pozemky pro určení ohroženosti vodní erozí, na kterých byl proveden výpočet průměrné dlouhodobé ztráty půdy ze šetřených pozemků. V případě překročení přípustné ztráty půdy vodní erozí budou navržena protierozní opatření, která mohou být organizačního, agrotechnického a technického charakteru. Získané výsledky budou porovnány s KPÚ Slabčice.

Klíčová slova: vodní eroze; univerzální rovnice ztráty půdy; protierozní opatření

## **Abstract**

The aim of my graduation thesis deals with problems of erosion and that is above all the water erosion which impends the pieces of arable lands almost on the half of the the Czech republic territory. That is why we should suggest convenient remedies that prevent the washing off the soil within the frame of comprehensive land adjustment. It will be assured one of the main objectives of the land adjustments by these remedies and it is the protection and fertilization of the soil fund.

The work shows the summary of possible erosion protection remedies which are the part of the common plan that is integral element of the land adjustment project. The plan forms coming framework of the farming landscape structure and it is the form of scenic plan inside of the land adjustment. Therefore the land adjustments are the most significant instruments for the interest enforcement in the land formation and protection.

There will be described the methods for an evaluation of erosion processes in my work where the selection depends on the purpose of the research. For the evaluation could be used empirical and simulation models. There will be used the most widespread empirical model in the world as well as in the Czech republic in this work and it is Wischmeier's and Smith's universal soil loss equation formulated in 1978 in the USA.

For the application of this model was chosen cadastral land Slabčice in the South Bohemian region. There had been chosen the lands for the determination of the possible water erosion jeopardy after the research of the accessible information wher was made the calculation of the average long term soil loss of all explored lands. There will be propose erosion control remedies in the case of overrun of allowed soil loss by the water erosion which can have organizational, agricultural and technical type. The results obtained will be compared with comprehensive land adjustment Slabčice.

Keywords: water erosion; universal soil loss equation; erosion protection remedies

# Obsah

1.	Úvod.....	9
2.	Literární rešerše.....	10
2.1	Pozemkové úpravy.....	10
2.2	Plán společných zařízení.....	11
2.3	Eroze půdy.....	13
2.3.1	Druhy eroze.....	16
2.3.2	Příčiny vodní eroze.....	18
2.4	Metody hodnocení erozních procesů.....	19
2.4.1	Určení ohroženosti pozemků vodní erozí.....	22
2.5	Přípustná ztráta půdy vodní erozí.....	22
2.6	Protierozní opatření.....	23
2.6.1	Opatření organizačního charakteru.....	25
2.6.2	Opatření agrotechnického charakteru.....	27
2.6.3	Opatření technického charakteru.....	30
2.7.	Ochrana zemědělského půdního fondu.....	35
3.	Materiál.....	37
3.1	Lokalizace.....	37
3.2	Hydrologické poměry.....	37
3.3	Klimatické poměry.....	38
3.4	Geomorfologické poměry.....	39
3.5	Geologické a geotechnické údaje o podlaží.....	40
3.6	Pedologická charakteristika.....	43
3.7	Zemědělství.....	43
4.	Metodika.....	44
4.1	Podklady.....	44
4.2	Určení ohroženosti pozemků vodní erozí.....	44
4.2.1	Rozbor erozní účinnosti dešťových srážek (R).....	45
4.2.2	Faktor erodovatelnosti půdy (K).....	46



4.2.3	Faktor délky a sklonu svahu (L, S) .....	47
4.2.4	Faktor ochranného vlivu vegetace (C) .....	48
4.2.5	Faktor účinnosti protierozních opatření .....	49
4.3	Kritéria .....	49
5.	Výsledky a diskuze .....	50
5.1	Faktor R.....	51
5.2	Faktor K .....	51
5.3	Faktor L.....	56
5.4	Faktor S .....	57
5.5	Faktor LS.....	58
5.6	Faktor C.....	59
5.7	Výpočet erozního smyvu.....	62
5.8	Zhodnocení.....	67
5.9	Porovnání výsledků s KPÚ Slabčice.....	69
6.	Závěr .....	73
7.	Použitá literatura .....	74
	Seznam zkratk .....	81
	Seznam tabulek .....	82
	Seznam grafů.....	82
	Seznam obrázků .....	83
	Seznam příloh.....	83
	Přílohy	

# 1. Úvod

Krajina v České republice prošla vlivem a působením člověka složitým vývojem, na kterém se podepsaly střídající se politické a hospodářské změny. V důsledku velkoplošného obdělávání půdy došlo k zániku polních cest, přirozených liniových prvků a dalších přírodních a krajinných elementů. To mělo za následky narušení ekologické stability krajiny, devastaci ZPF vodní a větrnou erozí, snížení biodiverzity a narušení krajinného rázu. Existence velkých honů pak znemožnila a často ještě znemožňuje vlastníkům a soukromým zemědělcům přístup na jejich pozemky. Mnozí vlastníci se často nemohou podle svých představ ujmout vlastnických práv a řádně pozemky užívat a obhospodařovat je. Z toho také vyvstal problém, že původní vlastnické parcely tak, jak jsou evidovány v KN České republiky, dnes již velmi často neodpovídají skutečnému stavu v terénu. Proto je důležité vyřešit vlastnictví pozemků, bez něhož nemůže v území proběhnout realizace ekologických, půdoochranných či krajinných opatření. Jedinou cestou k nápravě této situace jsou pozemkové úpravy.

Plánování pozemkových úprav prochází několika fázemi. Z krajinného hlediska je zvláště důležitý plán společných zařízení, který např. stanovuje vyrovnávací a náhradní opatření v případě nezbytných zásahů do krajiny (polní a lesní cesty, dále protierozní a vodohospodářská opatření k tvorbě a ochraně životního prostředí). Vybudovaná společná zařízení slouží nejen zemědělcům, ale i obcím a jejich obyvatelům.

Pozemkové úpravy se tímto stávají nejvýznamnějším nástrojem k prosazování zájmů tvorby a ochrany krajiny. Celého plánovacího procesu se významně aktivně účastní veřejnost. Zapojením veřejnosti se těmto plánovacím procesům dostává široké publicity, díky níž je pak veřejnost zpětně informována o konkrétních výsledcích a přínosech těchto plánovacích činností.

Pozemkové úpravy jsou jakousi cestou k obnově ztracených spojení a navázání zapomenutých příběhů krajiny. Dochází tak k obnově českého venkova a jeho krajinného rázu prostřednictvím plánu společných zařízení.

## 2. Literární rešerše

### 2.1 Pozemkové úpravy

Účel, obsah a forma pozemkových úprav v každém období a v každé krajině jsou vždy odrazem daných politických a hospodářských poměrů, právních a společenských vztahů dané krajiny (RYBÁRSKY, ŠVEHLA a GEISSÉ, 1991).

V důsledku výrazných politických změn v našem státě v roce 1990 a v letech pozdějších nastala výrazná změna i v celostátní zemědělské politice. Původní pozemky, které byly před rokem 1950 soukromě obhospodařovány, již v přírodě neexistovaly. Byly v letech 1950 – 1989 při různých pozemkových úpravách sceleny. Bylo tedy nutno přijmout zákonná opatření, která by umožňovala soukromé hospodaření na pozemcích o nárokované výměře (MARŠÍKOVÁ a MARŠÍK, 2007).

Právním podkladem pozemkových úprav, které se uskutečňují od roku 1991 dosud, byl zákon č. 284/1991 Sb., který byl zrušen a nahrazen zákonem č. 139/2002 Sb., o pozemkových úpravách a pozemkových úřadech a o změně zákona č. 229/1991 Sb., o úpravě vlastnických vztahů k půdě a jinému zemědělskému majetku, ve znění pozdějších předpisů. Prováděcím předpisem je vyhláška č. 545/2002 Sb., o postupu při provádění pozemkových úprav a náležitostech návrhu pozemkových úprav (BUMBA, 2007).

Pozemkovými úpravami se ve veřejném zájmu prostorově a funkčně uspořádávají pozemky, scelují se nebo dělí a zabezpečuje se jimi přístupnost a využití pozemků a vyrovnání jejich hranic tak, aby se vytvořily podmínky pro racionální hospodaření vlastníků půdy. V těchto souvislostech se k nim uspořádávají vlastnická práva a s nimi související věcná břemena. Současně se jimi zajišťují podmínky pro zlepšení životního prostředí, ochranu a zúrodnění půdního fondu, vodní hospodářství a zvýšení ekologické stability krajiny. Výsledky pozemkových úprav slouží pro obnovu katastrálního operátu a jako závazný podklad pro územní plánování (§2 zákona č. 139/2002 Sb.).

Komplexní pozemkové úpravy splňují všechny požadavky kladené na pozemkové úpravy zákonnými předpisy i potřebami venkova. Vycházejí z analýzy současného stavu krajiny a životního prostředí, dále z potřeb obce a požadavků orgánů a organizací, které komplexně řeší. Vydávané pozemky

vycházejí z přesné bilance celého katastrálního území a přesnými metodami jsou určeny výměry i provedeno vytýčení (TOMAN, 1995).

Pozemkové úpravy jsou věcí veřejnou, financovanou státem. Na jejich úhradě se mohou podílet i účastníci, popřípadě i jiné subjekty, mají-li zájem na provedení pozemkové úpravy. Je-li pozemková úprava vyvolána v důsledku stavební činnosti, náklady hradí v závislosti na rozsahu dotčeného území stavebník. Vlastníci se mohou rovněž podílet nebo vkládat své pozemky pro obecné zájmy. Pozemkovou úpravou se nemůže zakládat nebo rušit vlastnictví, ale pouze přeměňovat jeho podoba, tedy hranice a funkce (druh pozemku), a to podle zákonem stanovených pravidel, tolerancí a postupu. Výkon veřejné správy na úseku pozemkových úprav je svěřen pozemkovým úřadům (PODHRÁZSKÁ, 2006).

Provádění komplexních pozemkových úprav se stává jedním z nejvýznamnějších činitelů ekologické stability krajiny (ŠKOPEK, 1996). Součástí návrhu pozemkových úprav je Plán společných zařízení (PSZ) (GALLO, 2009).

## **2.2 Plán společných zařízení**

Plán společných zařízení se nezpracovává, jde-li o jednoduché pozemkové úpravy prováděné za účelem upřesnění nebo rekonstrukce přidělu nebo když nebudou navrhovaná žádná společná zařízení (vyhláška č. 545/2002 Sb.).

Společná zařízení jsou opatření investičního nebo neinvestičního charakteru, kterými se realizují veřejné zájmy v rámci prováděných pozemkových úprav (MAZÍN a kol., 2003).

Cílem opatření je:

- zpomalení nebo potlačení degradačních procesů na zemědělské půdě, především minimalizování škod způsobovaných vodní a větrnou erozí, ochrana a zúrodnění půdního fondu vč. optimálního prostorového a funkčního uspořádání druhů pozemků,
- zlepšení vodního režimu území vč. kvality povrchových a podzemních vod, řešení vodohospodářských poměrů vč. povodňové ochrany a ochrany vodních zdrojů,
- zajištění ekologické rovnováhy přírodního prostředí. Opatření zahrnuje řešení ÚSES na úrovni plánu, řešení tvorby a ochrany krajinného rázu, podpory

biodiverzity krajiny, udržení estetických hodnot, obnovy tradičních a kulturních hodnot území.

- Řešení zemědělského dopravního systému, tj. zpřístupnění pozemkových tratí i jednotlivých pozemků a zvýšení prostupnosti krajiny (DUMBROVSKÝ, MEZERA a kol., 2000).

Soubor opatření zahrnuje zejména:

- opatření sloužící ke zpřístupnění pozemků jako polní nebo lesní cesty, mostky, propustky, brody a železniční přejezdy a podobně,

- protierozní opatření pro ochranu půdního fondu jako protierozní meze, průlehy, zasakovací pásy, záchytné příkopy, terasy, větrolamy, zatravnění, zalesnění a podobně,

- vodohospodářská opatření sloužící k neškodnému odvedení povrchových vod a ochraně území před záplavami jako nádrže, rybníky, úpravy toků, odvodnění, ochranné hráze, suché poldry a podobně,

- opatření k ochraně a tvorbě ŽP, zvýšení ekologické stability území jako místní ÚSES, doplnění, popřípadě odstranění zeleně a terénní úpravy a podobně (DUMBROVSKÝ, MEZERA a STRÍTECKÝ, 2004).

Navrhovaná opatření nelze pojímat izolovaně, ale jejich funkce se navzájem prolínají a doplňují (PODHRÁZSKÁ, 2006).

Plán společných zařízení se zpracuje tak, aby obsahoval přehled všech navržených společných zařízení včetně změn druhů pozemků; v případě potřeby jsou zvláště uvedeny ty změny druhů pozemků, jichž se netýkají navrhovaná společná opatření. Plán obsahuje rovněž přehled výměry půdy, kterou je nutno vyčlenit k provedení společných zařízení, s rozdělením na pozemky ve vlastnictví státu, obce, popřípadě pozemky jiných vlastníků (DUMBROVSKÝ, MEZERA a STRÍTECKÝ, 2004).

Zájmové území pro řešení konceptu návrhu společných zařízení není pouze obvod KPÚ, ale širší územní vazby vyhodnocené podrobným průzkumem a rozborem, ale i studii širších vazeb nebo specifických podmínek (MAZÍN, 2006).

Zpracování konceptu návrhu společných zařízení je tedy týmová práce, především projektanta KPÚ, pozemkového úřadu a zástupců obce, případně zpracovatele ÚPD a dalších specialistů (MAZÍN, 2003).

## 2.3 Eroze půdy

Slovo „eroze“ je latinského původu a je odvozené od slova „erodere“ – rozhlodávat. V nejširším smyslu slova pojmem „eroze“ rozumíme rozrušování litosféry, resp. pedosféry pohybující se hmotou erogenního původu (JANEČEK a kol., 2008). Výraz eroze půdy se v literatuře začal běžně používat ve 30. a zejména ve 40. letech minulého století, i když termín eroze byl známý dříve. Na vymezení a zpřesnění jeho obsahu má hlavní zásluhu světoznámý americký erodolog H. H. Bennet a jeho spolupracovníci (JANEČEK a kol., 2005).

Erozi lze charakterizovat jako přírodní proces, při kterém působením vody, větru, ledu, příp. jiných činitelů dochází k rozrušování povrchu půdy a transportu půdních částic (DUFKOVÁ a TOMAN, 2005). S erozí se setkáváme na všech kontinentech, byť ne všude se stejnou intenzitou a rozsahem (KREŠL a SEREDA, 1989). Působením eroze se zemský povrch na jedné straně snižuje – degraduje, na druhé straně hromaděním usazených hmot vyvyšuje – agraduje. Výsledkem toho je zarovnávaní zemského povrchu – planace. Podmínkou planačního procesu je, aby hmoty vyvýšených částí zemského povrchu byly rozpojitelné. Tuto podmínku zajišťuje zvětrávání hornin. Čím kypřejší je zvětralinový plášť, tím intenzivněji může probíhat proces zvětrávání (JANEČEK a kol., 2005). Eroze je proces reliéfovotvorný starší než pohoří tvořená sedimentárními horninami (JANEČEK a kol., 2002). Jejím působením byly mimo jiné vytvářeny i takové přírodní útvary, jejichž krása a unikátnost významně obohacuje i naši krajinu. Totéž však nelze říci o současné erozi, jak o tom svědčí nejen „vybělená“ místa na svažitých pozemcích, stále se zvyšující šterkovitost půdy a snižování hloubky jejího profilu, ale především pole rozbrázděná po příválových deštích erozními rýhami, zatímco na úpatí pozemků se rostliny utápí v nánosech smyté zeminy. Často však tak eroze nekončí, ale působí další škody, vytváří hluboké strže, silně zakaluje vodu a zanáší sedimenty potoky, řeky a nádrže, poškozují obytné a provozní budovy apod. Tyto škody jsou zpravidla ohodnocovány desítkami milionů korun (HŮLA a kol., 2003). O škodách na objektech rozhoduje v podstatě velikost disproporce mezi průtočnou kapacitou odtokového profilu a přítokem z povodí (JANEČEK, 1987).

Je-li eroze slabá a mírná, jedná se o přirozený jev, který je do určité míry kompenzován přirozenou tvorbou půdy. Naopak na svažitých obdělávaných půdách dochází ke zrychlené erozi, kdy odnos půdy je několikanásobně vyšší než její

obnova. Jeden cm půdy vzniká v našich podmínkách asi 100 let. Naopak eroze dokáže odnést během jednoho roku vrstvu půdy silnou několik milimetrů. V některých lokalitách ve světě během několika staletí doslova zmizela celá vrstva půdy až na pevné skalní podloží. Většinou to bylo v důsledku vykácení lesa a zemědělského využívání takto vzniklých ploch (VLASÁK a BARTOŠKOVÁ, 2007). V poslední době se na prohlubování problémů erozní ohroženosti půd výrazně podílí také globální změny klimatu, které ovlivňují celkový způsob využívání půdy a krajiny (DUFKOVÁ a TOMAN, 2005).

Každá půda se vyznačuje určitou protierozní odolností, která ji více nebo méně chrání před účinky eroze. Obecně jsou odolnější půdy s vyšším obsahem humusu, přiměřeně vlhké a s drobtovitou strukturou nebo hrubší zrnitostí. Naopak suché, prašné hlíny a zejména bezhumózní spraše podléhají snadno vodní a větrné erozi (JŮVA, 1978).

Z hlediska zemědělské výroby znamená eroze kromě nenávratné ztráty půdy a přímého poškození pěstovaných plodin i negativní změny fyzikálních, chemických a biologických vlastností půdy s konečným důsledkem snížení půdní úrodnosti. Bylo zjištěno, že výnosy zemědělských plodin se na mírně erodovaných půdách snižují o 15 až 20 %, na středně erodovaných o 40 až 50 % a na silně erodovaných půdách až o 70 %. Nezanedbatelné jsou i ztráty průmyslových hnojiv, ochranných a stimulačních chemických látek způsobené erozí, které často převyšují využití těchto látek rostlinami. V extrémních případech, vytvořením rýh, výmolů a strží, může nastat až úplná devastace zemědělské krajiny. V příznivějších podmínkách se jen zhorší obhospodařování zemědělské půdy (KVÍTEK a kol., 2006). Ohroženost půd erozí představuje závažný faktor negativně ovlivňující jak produkční schopnost půd, tak i ostatní složky životního prostředí (VÚMOP Praha, 1995). Vyšší koncentraci živin, těžkých kovů (Hg, Pb, Cd, Cr), reziduí pesticidů atd. v produktech erozní činnosti způsobuje skutečnost, že eroze půdy je selektivní proces, kterému podléhají především nejmenší půdní částice, charakterizované kromě jiného velkým specifickým povrchem a s ním související velkou povrchovou aktivitou (absorpcí, adsorpcí a desorpcí). Negativní účinek produktů erozní činnosti se mimořádně výrazně projeví tehdy, dostanou-li se až do povrchových vod. V takových případech mohou způsobit například problémy při úpravě povrchových vod na pitnou vodu nebo eutrofizaci povrchových vod, tj. vznik „vodního květu“, řas a rozmnožení živočichů, případně i problémy s využíváním takto znečištěných povrchových vod

pro potřeby rybníčních hospodářství, závlahového hospodářství a podobně (KVÍTEK a kol., 2006).

Při erozi se projevuje určitá selekce velikosti částic, ale obecně je složení smytého materiálu opouštějícího pole úzce závislé na složení půdy, z níž pochází. Také při transportu a usazování dochází k podstatné velikostní selekci, ale složení sedimentu především určuje podíl jemného materiálu, jenž je k dispozici pro transport ve formě suspenze (JANEČEK, 1978).

Na území naší republiky je cca 50 % orné půdy ohroženo vodní erozí a téměř 10 % větrnou (JANEČEK a kol., 2007). Působení eroze lze ale významně omezit. U vodní eroze jde především o to, snížit působení kinetické energie dopadajících kapek deště na půdní povrch, zvýšit vsak vody do půdy, omezit unášecí sílu vody nebo větru a zajistit neškodné odvedení povrchového odtoku (HŮLA a kol., 2003). K největším erozním škodám dochází na půdě bez vegetace a jejích zbytků s povrchem jemně zpracovaným a urovnaným (VŮMOP Praha, 1995). Projevy vodní eroze v podobě rýžek, rýh, výmolů nebo akumulčních kuželů lze průzkumem podchytit nejlépe v jarních měsících, nejvýraznější jsou po tání sněhu a po přívalových deštích (UHLÍŘOVÁ, MAZÍN a kol., 2005). Je proto žádoucí, aby půda byla chráněna před erozí právě v měsících nejčastějšího výskytu erozně nebezpečných dešťů (HŮLA a kol., 2003).

Shrme-li potom eroze půdy ochuzuje zemědělské půdy o nejurodnější část – ornici, zhoršuje fyzikálně-chemické vlastnosti půd, zmenšuje mocnost půdního profilu, zvyšuje šterkovitost, snižuje obsah živin a humusu, poškozují plodiny a kultury, znesnadňuje pohyb strojů po pozemcích a způsobuje ztráty osiv, sadby, hnojiv a přípravků na ochranu rostlin. Transportované půdní částice a na nich vázané látky znečišťují vodní zdroje, zanášejí akumulční prostory nádrží, snižují průtočnou kapacitu toků, vyvolávají zakalení povrchových vod, zhoršují prostředí pro vodní organismy, zvyšují náklady na úpravu vody a těžbu usazenin a velké povodňové průtoky poškozují budovy, komunikace, koryta vodních toků apod. V případě větrné eroze jde o narušování zejména klíčících rostlin, znečišťování ovzduší, škody navátím ornice a podobně (JANEČEK a kol., 2002). Výsledky eroze mohou vážně poškodit produktivitu půdy. Mohou být vizuálně efektní nebo méně zřejmé, ale o nic méně závažné (MORGAN, 1981). Vzhledem k charakteru erozních procesů není jiná možnost než jejich omezení přímo v místě jejich vzniku, to znamená přímo na pozemcích (PODHRÁZSKÁ a DUFKOVÁ, 2005).



### 2.3.1 Druhy eroze

Podle činitele, který vznik eroze způsobuje a který určuje její průběh, se rozlišuje: vodní eroze, větrná eroze, ledovcová eroze, zemní eroze, sněhová eroze, abraze, eroze říční a antropogenní eroze. Uvedené druhy eroze se mohou vyskytovat buď samostatně, nebo ve vzájemných kombinacích. V podmínkách ČR způsobuje největší škody vodní a větrná eroze, obě ovlivňované a často zesílené činností člověka (antropogenní činností) (KVÍTEK a kol., 2006).

Působením exogenních činitelů eroze vznikají na svahu půdy, resp. na zemském povrchu určité útvary. Třídění erozních jevů podle těchto útvarů, tzv. formy, naráží na celou řadu překážek, neboť eroze je jen jednou z forem modelování území. I přes tyto těžkosti lze podle formy erozních útvarů usuzovat na původ, intenzitu, vývoj a možnosti ochrany půdy před erozí (JANEČEK a kol., 2002).

Větrná eroze (eolická) působí škody rozrušováním půdního povrchu mechanickou silou větru (abrazí), odnášením rozrušených půdních částic větrem (deflací) a ukládáním těchto částic na jiném místě (akumulací) (JANEČEK a kol., 2005). K větrné erozi dochází nejvíce na půdě bez vegetace ( $< 0,01$  mm) a nízké půdní vlhkosti. Půdní částice jsou uváděny do pohybu vlivem kinetické energie větru tlakem na jejich povrch. Pohyb půdních částic se děje třemi způsoby: válením po povrchu, skokem (salutací) nebo se vnesou do ovzduší. Erozní procesy se zvyšují s velikostí území, neboť čím delší je území ve směru větru, tím nastává větší rozrušování povrchu půdy skákajícími půdními částicemi (JANEČEK a kol., 2002).

Vodní eroze spočívá v rozrušování zemského povrchu dešťovými kapkami a povrchovým odtokem a podle formy se dělí na erozi plošnou, rýhovou, výmolovou a proudovou. Při plošné erozi je půda erodována téměř rovnoměrně po celé ploše pozemku nebo určité části svahu (JANEČEK a kol., 2005). Vyskytuje se i při méně intenzivních deštích (PASÁK a kol., 1984). Velmi rychle probíhá plošná eroze na svazích nepokrytých vegetací (BUZEK, 1983). Čím je plocha svahu rovnější, tím jsou podmínky pro soustředování vody menší. Avšak ani dokonale urovnaný povrch nemůže zabránit soustředování vody na svahu do rýžek, a proto se dá plošná eroze těžko oddělit od rýžkové (JANEČEK a kol., 2005). Působením plošné eroze se profil půdy postupně snižuje, v některých případech až na skalní podloží. První fází plošné eroze je kapková eroze, kterou vznikají v půdě drobné jamky. Další fází je eroze, která probíhá při pohybu vody po nakloněné ploše půdního povrchu. Při malé

kinetické energii vody jsou jí vyplavovány nejjemnější půdní částice, a proto má silný výběrový (selektivní) účinek (JANEČEK a kol., 2002). Erodované půdy se tak stávají hrubozrnější, s výrazně nižším obsahem živin a humusu (KVÍTEK a kol., 2006). Tím se na povrchu půdy tvoří hrubozrná vrstva skeletu (tzv. kamenná dlažba), která současně chrání půdu před smyvem. Soustředěním plošného odtoku vzniká rýžková eroze o hloubce a šířce několika cm. Při větším soustředění vody a postupném prohlubování stružek vznikají erozní rýhy různé velikosti a tvaru. Podle tvaru příčného profilu lze rozeznávat rýhy ploché, úzké, široké a oblé (JANEČEK a kol., 2005). Při spojování rýh vzniká řidší síť mělkých, ale širších zářezů v půdním povrchu – síť brázd. Tento stupeň eroze se označuje termínem brázdová eroze (KVÍTEK a kol., 2006). Vzhledem k tomu, že rýžková eroze a brázdová eroze postihují obvykle velkou část povrchu svahu, který rozrušují na celé ploše, označuje se často tato eroze jako nejvyšší stupeň plošné eroze. Z rýžek a brázd vznikají pokračujícím soustředěním povrchově stékající vody hlubší rýhy, které se směrem po svahu postupně spojují a prohlubují; jsou výsledkem rýhové eroze (HOLÝ, 1994). Následujícím stádiem je eroze výmolová přecházející místy v erozi stržovou, s rozměry příčného profilu přes jeden metr (SKLENÍČKA, 2003).

Proudová vodní eroze probíhá ve vodních tocích působením vodního proudu. Je-li rozrušováno pouze dno, mluvíme o erozi dnové, jsou-li rozrušovány břehy, o erozi břehové (HOLÝ, 1994).

Srážková voda působí erozně nejen při povrchovém odtoku, ale i při jejím podpovrchovém odtoku, způsobujícím vnitropůdní erozi (JANEČEK a kol., 2002). Zvláštní formou podzemní eroze je tunelová eroze (sufoze), spočívající ve vymílání podpovrchových chodeb vodou nad nepropustným podložím. Konečným stádiem tunelové eroze jsou erozní rýhy, vzniklé probořením stropů (JANEČEK a kol., 2005).

Erozi je možné třídit i podle její intenzity. Čím je půda skeletovitější, tím rychleji klesá intenzita plošné eroze. Intenzita plošné, vodní a větrné eroze se zpravidla vyjadřuje ztrátou, resp. odnosem půdy v mm, t .ha<sup>-1</sup> popř. m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> za určité časové období, zpravidla za jeden rok. Intenzitu rýhové eroze je možné vyjadřovat délkou, resp. hustotou rýh v km .km<sup>-2</sup> (JANEČEK a kol., 2008).

### 2.3.2 Příčiny vodní eroze

Vznik, průběh a intenzita erozního procesu je ovlivněna kombinovaným působením řady přírodních a člověkem ovlivněných podmínek. Tyto tzv. faktory eroze lze rozdělit na:

- a) klimatické a hydrologické
  - zeměpisná poloha
  - nadmořská výška
  - množství, rozdělení a intenzita srážek
  - povrchový odtok
  - teplota, oslunění, výpar
  - výskyt, směr a síla větru
- b) morfologické
  - sklon území
  - délka a tvar svahu
  - expozice, návětrnost
- c) geologické a půdní
  - povaha horninového substrátu
  - půdní druh a typ
  - textura a struktura půdy, její vlhkost a zvrstvení, obsah humusu
- d) vegetační
  - hustota a délka trvání vegetačního pokryvu (JANEČEK a kol., 2005)
- e) způsob využívání a obhospodařování půdy

- rozsah a intenzita eroze je ovlivněna způsobem využívání pozemků, volbou druhu pozemku, způsobem využívání pozemků, volbou druhu pozemku, způsobem a směrem obdělávání a použitými agrotechnickými nástroji. Velikost eroze úzce souvisí s délkou pozemku ve směru spádu, proto každé přerušení svahu snižuje celkovou erozi. Při zemědělském využívání pozemků je nutné vědět, které plodiny jsou erozně ohrožené a které naopak poskytují protierozní ochranu (VLASÁK a BARTOŠKOVÁ, 2007).

Síly přenesené erozními činiteli na půdní částice mají dvojí účinek:

- destrukční – půdní částice jsou při dopadu dešťových kapek vytrhovány z povrchu půdy a vystřelovány do výše až 0,6 m nebo přemísťovány do stran až na vzdálenost cca 1,5 m,

- zhutňující – výsledkem hutnicího účinku kapek je vytváření škraloupu na povrchu půdy v důsledku ucpávání porů jílovými částicemi, které jsou uvolněny z rozpadajících se půdních agregátů (JANEČEK a kol., 2002).

## 2.4 Metody hodnocení erozních procesů

Výzkum eroze je poměrně obtížnou úlohou a to především proto, že eroze je jev přerušovaný, a proto je mimořádně složité sledovat samotný erozní proces. Proto se zpravidla zkoumají následky eroze, tedy ztráty půdy erozí z pozemků a produkty eroze v podobě sedimentů. I přes tyto obtíže lze erozi zkoumat různými metodami, přičemž jejich výběr závisí na účelu výzkumu (JANEČEK a kol., 2008).

Empirické modely vychází z analýzy a statistického vyhodnocení dlouhodobého experimentálního sledování a měření vlivu jednotlivých erozních faktorů na ztrátu půdy. Výhodou je jednoduchost výpočtu a relativně snadné určení vstupních parametrů. Nevýhodou je neschopnost dostatečně popsat časové a prostorové homogenity srážky a půdních, vegetačních a morfologických podmínek. Často se lze také setkat se zjednodušením vstupních parametrů, které mohou vést ke snížení únosné meze přesnosti výpočtů (PODHRÁZSKÁ a kol., 2009). Mezi nejrozšířenější modely ve světě i u nás patří univerzální rovnice ztráty půdy – USLE (Universal Soil Loss Equation) autorů Wischmeier a Smith formulovaná v roce 1978 v USA (VLASÁK a BARTOŠKOVÁ, 2007). Ve stadiu ověřování je i RUSLE, tzv. revidovaná univerzální rovnice podle Renarda et al. (1997) (JANEČEK a kol., 2007). Projekt RUSLE je podporován USDA, ARS (U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service), který program vlastní a také ho distribuuje. RUSLE používá řada vládních agentur i projektových organizací nejen ke stanovení stupně erozního ohrožení, ale také k posouzení přípustnosti intenzity eroze a k návrhu ochranných opatření ke snížení eroze. Tento program lze aplikovat jak na zemědělsky využívaná území, tak na lesní porosty, staveniště, skládky odpadu a další území, jejichž povrch je vystaven eroznímu působení dešťových kapek a povrchového odtoku (JAKUBLÍKOVÁ a VÁŠKA, 2005). RUSLE byla zpracována do počítačového programu v systému DOS a je přístupná na internetu. Na rozdíl od USLE vyžaduje RUSLE větší množství vstupních dat, což na jedné straně umožňuje přesnější popsání zájmové lokality a vede k přesnějším výsledkům, ale na druhé přináší problémy s jejich získáváním (PODHRÁZSKÁ a kol., 2009).

RUSLE vychází z experimentálního sledování erozních procesů, v rámci kterých byla zpracována data asi z 10 000 přirozených odtokových ploch a 2000 ploch s použitím simulátoru deště (JAKUBLÍKOVÁ a VÁŠKA, 2005). Databáze pro ČR nebyla dosud vytvořena, proto v našich podmínkách není tato metoda prakticky využívána pro inženýrské práce a projektování (PODHRÁZSKÁ a kol., 2009). Oba empirické modely vycházejí z principu přípustné ztráty půdy na jednotkovém pozemku, jehož parametry jsou definovány a odvozeny z rozměrů standardních elementárních odtokových ploch o délce 22 m a sklonu 9 %, jejichž povrch je po každé přívalové dešti mechanicky udržován ve směru sklonu svahu jako úhor. Hodnota přípustné ztráty půdy slouží ke stanovení míry erozního ohrožení pozemku a je definována jako maximální velikost eroze půdy, která dovoluje trvale a ekonomicky dostupně udržovat dostatečnou úroveň úrodnosti půdy (JANEČEK a kol., 2007).

Simulační modely vychází z fyzikálního popisu erozního procesu a matematickým způsobem řeší jeho prostorový a časový průběh. Jedná se o kvalitativně vyšší metody, které odstraňují nevýhody empirických modelů a jejichž rozšíření je umožněno zejména současnou úrovní znalostí v příslušných oborech a rozvojem výpočetní techniky. Při metodě simulačního modelování se složitý erozní proces rozděluje na základní, snadněji definovatelné procesy, kterými jsou:

- uvolnění půdních částic deštěm,
- přemístění půdních částic deštěm,
- uvolnění půdních částic povrchovým odtokem,
- transport půdních částic povrchovým odtokem (PODHRÁZSKÁ a kol.,

2009).

Pro výpočet hydrologických charakteristik srážkového odtoku, pro výpočet kulminačního průtoku a délky povodňové vlny se používá metoda CN odtokových křivek. Programy většinou využívají funkce známé z prostředí GIS a kromě číselných výsledků poskytují i názorné grafické prezentace (VLASÁK a BARTOŠKOVÁ, 2007). Pro podmínky České republiky byl odvozen simulační model povrchového odtoku a erozního procesu SMODERP (Simulation Model of Surface Runoff and Erosion Process), který byl sestaven na katedře hydromeliorací Fakulty stavební ČVUT v Praze. Jedná se o epizodní model pro jednotlivý svah nebo malé povodí, který poskytuje podklady k hodnocení povrchového odtoku a erozních procesů za účelem návrhu protierozních opatření.

Model simuluje povrchový odtok a erozní procesy z přívalových dešťů proměnné intenzity z území do velikosti 1 km<sup>2</sup>.

Vstupy modelu:

- údaje morfologické (sklon, délka a šířka odtokového profilu),
- údaje pedologické (půdní druh, součinitel nasycené hydraulické vodivosti, sorptivita, Manningův součinitel drsnosti pro povrchový odtok, povrchová retence),
- údaje o vegetačním krytu pozemku a používané agrotechnice (typ vegetačního povrchu, potenciální intercepce, poměrná plocha listová, faktor ochranného účinku vegetace C),
- údaje srážkové (časový průběh úhrnu srážky).

Výstupy modelu:

- charakteristiky povrchového odtoku (objem odtoku, vrcholový odtok, rychlost a hloubka odtoku) ve zvolených profilech svahu a zvolených časových intervalech od počátku deště,
- přípustná délka zemědělského pozemku ve směru sklonu, stanovená na základě krajního nevymílacího tečného napětí a krajní nevymílací rychlosti povrchového odtoku (PODHRÁZSKÁ a kol., 2009).

V zahraničí byly vytvořeny modely EROSION 2D/3D, EUROSEM, AGNPS, ANSWERS, CREAMS, WEPP (VLASÁK a BARTOŠKOVÁ, 2007). EROSION 3D je fyzikálně založený matematický simulační model ztráty půdy z povodí vyvinutý v 90. letech na TU Bergakademie Freiberg v Německu. Předcházela mu verze Erosion 2D pro jednotlivý svah. Výpočetní program je rozdělen na dvě části, tzv. Preprocessor (slouží k přípravě vstupních dat) a Hlavní program, který provádí vlastní simulaci a připravuje grafické výstupy výsledků simulace eroze. Při rozhodování o použití určitého modelu pro řešení daného problému je třeba dodržovat předpoklady a podmínky, pro které byl model odvozen. Při použití modelů je třeba provádět jejich kalibraci a testování pro konkrétní podmínky použití, přímá aplikovatelnost v zahraničí odvozených modelů bez jejich podrobného testování v našich poměrech se ukazuje jako problematická. Kalibrace modelu je však na malých povodích obtížná, je nutné ji provádět na povodí s dostupností měření odtoků a koncentrací splavenin atd., které jsou pro porovnání s výsledky simulace nezbytné (PODHRÁZSKÁ a kol., 2009).

### 2.4.1 Určení ohroženosti pozemků vodní erozí

Důležitým úkolem projektu pozemkových úprav je rozbor erozní ohroženosti navržených zemědělských pozemků a návrh účinných protierozních opatření (ŠVEHLA a VAŇOUS, 1986).

Celostátní údaje o potenciální ohroženosti půd vodní erozí jsou soustředěny ve Výzkumném ústavu meliorací a ochrany půdy Praha (VÚMOP). Zpracování vycházelo z platné databáze bonitovaných půdně ekologických jednotek, která byla vytvořena na základě komplexního průzkumu půd a bonitace z let 1961 – 1980 (VAŠKŮ a LHOTSKÝ, 2002).

Zatím nejdokonaleji vyjadřuje kvantitativní účinek hlavních faktorů ovlivňujících vodní erozi způsobovanou přívalovými dešti tzv. univerzální rovnice pro výpočet průměrné dlouhodobé ztráty půdy z pozemků dle Wischmeiera a Smithe (1978):  $G = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P$  ( $t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$ ) (JANEČEK, 2002).

Faktory jsou podrobně popsány v kapitole 4. Metodika.

### 2.5 Přípustná ztráta půdy vodní erozí

Hodnoty přípustné ztráty půdy erozí byly stanoveny především z hlediska dlouhodobého zachování funkcí půdy a její úrodnosti. Hloubka půdy je charakterizována mocností půdního profilu, kterou omezuje skalní podklad, rozpad půdy nebo vysoká skeletovitost (JANEČEK a kol., 2007). Obecně platí, že čím je půda erodovanější, tím je přípustná ztráta menší (JANEČEK a kol., 2002). Hloubka půdy se určí terénním průzkumem v místech nejsvažitéjší části pozemku. Orientačně lze hloubku půdy zjistit podle bonitovaných půdně ekologických jednotek (BPEJ). Hloubka půdy je v systému BPEJ vyjádřena pátou číslicí sdruženého kódu BPEJ pro skeletovitost a hloubku půdy. Kódy 7, 8 a 9 jsou určeny pro BPEJ pozemků se sklonem  $> 12^\circ$  a pro BPEJ nevyvinutých (rankerových) půd. Pro půdy s kódem 8 a 9 je hloubku půdy nutné zjistit terénním průzkumem (JANEČEK a kol., 2007). Soustava BPEJ pak zobrazuje všechny charakteristické kombinace základních a v krátkodobém až střednědobém časovém horizontu málo proměnlivých vlastností určitých lokalit zemědělského území, které jsou vzájemně odlišné a poskytují i rozdílné produkční a ekonomické efekty (MAŠÁT a kol., 2002).

Dosažením odpovídajících hodnot faktorů šetřeného pozemku do univerzální rovnice se určí dlouhodobá průměrná ztráta půdy vodní erozí v  $t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$  z tohoto

pozemku při uvažovaném způsobu jeho využívání (PODHRÁZSKÁ a DUFKOVÁ, 2005). Pokud vypočtená ztráta půdy překračuje hodnoty přípustné ztráty stanovené podle hloubky půdního profilu u půd:

mělkých (do 30 cm)	- 1 t .ha <sup>-1</sup> .rok <sup>-1</sup>
u středně hlubokých (30 – 60 cm)	- 4 t .ha <sup>-1</sup> .rok <sup>-1</sup>
u hlubokých (nad 60 cm)	- 10 t .ha <sup>-1</sup> .rok <sup>-1</sup>

je zřejmé, že způsob využívání pozemku nezabezpečuje dostatečnou ochranu půdy před erozí (JANEČEK a kol., 2005). Proto je nutné uplatnit protierozní opatření, jejichž účinnost lze vyjádřit změnou některého z faktorů univerzální rovnice a opětovným výpočtem se přesvědčit, zda navržené ochranné opatření je dostatečné a zajišťuje snížení dlouhodobé ztráty půdy erozí pod přípustnou mez (PODHRÁZSKÁ a DUFKOVÁ, 2005).

Pozemky s mělkými půdami s hloubkou do 30 cm by měly být využívány pro polní výrobu a z hlediska zachování jejich trvalé úrodnosti se doporučuje jejich převedení do kategorie trvalých travních porostů (JANEČEK a kol., 2007).

Pro posouzení ochrany vodních zdrojů je nutné postupovat individuálně a vycházet z přípustného množství přísunu produktů eroze do vodního zdroje. Stejně individuální posouzení vyžaduje ochrana intravilánů a ostatních objektů (PODHRÁZSKÁ a DUFKOVÁ, 2005).

Zamezení eroze půdy, což znamená snížení rychlosti ztráty půdy na přibližné množství, které by vzniklo v přirozených podmínkách, závisí na volbě vhodné strategie pro ochranu půdy, a to zase vyžaduje důkladné pochopení procesů eroze (MORGAN, 2005).

## 2.6 Protierozní opatření

Protierozní ochrana patří k nejdůležitějším částem návrhu pozemkových úprav. I když bude zpracován speciální projekt protierozní ochrany, musí být základní kostra souborů protierozních opatření vyřešena již při KPÚ, neboť zásady návrhu musí být vzájemně sladěny s dopravním systémem, vodním systémem, trasami hlavních melioračních zařízení a s potřebami tvorby a ochrany krajiny, ochrany životního prostředí i s požadavky vlastníků a nájemců (TOMAN, 1995). Jejím nezbytným základem je organizace půdního fondu (AGROPROJEKT PRAHA, 1987).



Protierozní opatření představují soubor opatření organizačního, agrotechnického a stavebního charakteru, který by měl být na zemědělských pozemcích, resp. v krajině, podle konkrétních přírodně-hospodářských podmínek vhodně uplatňován v zájmu zachování půdy, a to jako výrobního prostředku zemědělství i jako základní složky životního prostředí.

Kromě prioritní funkce protierozních opatření – omezování ztráty půdy – ovlivňují tato opatření i vodohospodářské poměry v krajině tím, že:

- snižují objem povrchového odtoku a velikost kulminačních průtoků, vznikajících v malých povodí v důsledku intenzivních přívalových dešťů,
- mění směr občasné a náhle se vyskytující povrchových odtoků,
- přispívají k zvýšení vlhkosti půdy a k zlepšování kvality povrchové vody (HŮLA a kol. 2003).

O použití jednotlivých způsobů ochrany rozhoduje jejich účinnost, požadované snížení smyvu půdy a nutná ochrana objektů (vodních zdrojů, toků a nádrží, intravilánů měst a obcí atd.) při respektování zájmů vlastníků a uživatelů půdy, ochrany přírody, životního prostředí a tvorby krajiny (JANEČEK a kol., 2005). Nemalou roli při volbě soustavy protierozních opatření hrají i náklady na jejich realizaci a platné legislativně-právní předpisy (PODHRÁZSKÁ a DUFKOVÁ, 2005).

Návrh protierozní ochrany vychází z průzkumu, kterým se získávají podklady k posouzení hydrologických poměrů řešeného území a stanovení jeho erozní ohroženosti, pro volbu systému protierozní ochrany a návrh jeho prvků. Průzkum současně vytváří předpoklady pro soulad protierozních opatření s pozemkovými úpravami a ostatními vodohospodářskými a ekologickými zásahy a zájmy v krajině (JANEČEK a kol., 2002). Významnou součástí průzkumu k návrhu protierozní ochrany je rekognoskace terénu, při které se ověřují a upřesňují především:

- a) hydrologické poměry (rozvodnice, převažující směr plošného povrchového odtoku, odtokové dráhy soustředěného odtoku, stav prvků hydrografické sítě, průtočné profily v intravilánu, svážná území, stav realizovaných melioračních zařízení, pásma hygienické ochrany vodních zdrojů atd.),
- b) organizace a využití půdního fondu (hranice pozemků, stálé a sezónní komunikace, skladba pěstovaných plodin, souvislá a rozptýlená zeleň),

c) způsob obhospodařování pozemků (směr a způsob agrotechnických operací, vybavenost zemědělských farem mechanizací pro ochranné obdělávání, degradované a poškozené části území, formy erozních procesů atd.),

d) aktuálnost mapových podkladů a současného stavu (vlastnické vztahy k pozemkům, delimitace kultur, komunikace, objekty, úpravy vodních toků, hranice intravilánu) (JANEČEK a kol., 2005).

Podle složitosti a náročnosti řešení protierozní ochrany se místní šetření provádí i několikrát po sobě (HOVORKA a kol., 1990).

### **2.6.1 Opatření organizačního charakteru**

Zásadní změnu v rozmístování plodin lze očekávat při realizaci pozemkových úprav, kterými se docílí optimálního funkčního a prostorového uspořádání pozemků. To vytváří předpoklady ke snížení erozní ohroženosti pozemků. Základem je situování pozemků delší stranou ve směru vrstevnic (PODHRÁZSKÁ a DUFKOVÁ, 2005).

K opatřením organizačního charakteru se řadí:

- delimitace kultur, zejména mezi lesem a zemědělskou půdou
- ochranné zatravnění a zalesnění
- protierozní osevní postupy
- pásové pěstování plodin
- pozemkové úpravy, jimiž se mění velikost pozemků a jejich orientace

včetně směru trasování polních cest (JANEČEK a kol., 2005).

#### **Delimitace kultur**

Delimitace druhu pozemků se chápe jako prostorová a funkční optimalizace pozemku sloužící k pěstování jednotlivých kultur. Představuje členění v rámci organizace zemědělského půdního fondu na ornou půdu, zahrady, louky, pastviny, vinice, sady a chmelnice (JANEČEK a kol., 2007). V rámci této optimalizace je nutno především vymezit funkční zaměření, které je lokalitách ohrožených erozí protierozní a vodoochranné (PODHRÁZSKÁ a DUFKOVÁ, 2005).

Orientačním kritériem pro delimitaci kultur z hlediska protierozní ochrany je sklonitost území:

- a) svahy se sklonem vyšším než 50 % by měly být zalesněny,

- b) trvalými travními porosty by měly být chráněny:
- plochy se svážitostí vyšší než 25 %,
  - dráhy soustředěného povrchového odtoku,
  - pozemky, které nelze využívat jako ornou půdu pro vysokou hladinu podzemní vody nebo terénní překážky, zamokřené údolní louky s nebezpečím záplav (podél vodních toků, v okrajích rybníků, apod.),
  - pozemky nad výškovou hranicí pěstování polních plodin (JANEČEK a kol., 2002).

### **Ochranné zatravnění a zalesnění**

Ochranné zatravnění se aplikuje na orné půdě větších sklonů. Optimálně zapojený travní porost je nejlepší ochranou jak pro plošné zatravnění, tak pro vegetační zpevnění liniových prvků. Kvalitní vegetační kryt s odpovídajícími parametry, který je pěstován a ošetřován na erozně ohrožených lokalitách, je nejdůležitější část tohoto opatření, přičemž jsou preferovány trávy výběžkaté tvořící pevný drn (zejména u protierozních opatření liniového charakteru) (PODHRÁZSKÁ a DUFKOVÁ, 2005).

Trvalými travními porosty by měly být chráněny také plochy:

- podél břehů vodních toků a nádrží (buffer zóny),
- v drahách soustředěného povrchového odtoku,
- profily průlehů a těles ochranných hrázek (JANEČEK a kol., 2007).

Travní porosty celoročně chrání půdu před účinky přívalových dešťů a vytváří příznivé mikroklima pro rozvoj půdních organismů, které svou činností výrazně přispívají ke zvyšování propustnosti půdy pro vodu (HEJDUK a KASPRZAK, 2005).

Zalesnění slouží v první řadě pro ochranu půdy před erozí (zalesnění účelové) a používáme ho nejčastěji ve dvojí formě a to jako plošné zalesnění a ochranné lesní pásy. Dobře zapojený hustý les (optimální je les smíšený) s bohatými patry, s půdou krytou mocnou vrstvou hrabanky zajistí vysokou účinnost jako prvek ochrany půdy (PODHRÁZSKÁ a DUFKOVÁ, 2005).

### **Protierozní osevní postupy**

Protierozní rozmístění plodin spočívá v umístění plodin nedostatečně chránících půdu před erozí (širokořádkové plodiny) na pozemky rovinné nebo mírně

svažitě do sklonu nejvýše 8 %. Na orné půdě se sklonem od 8 % do 15 % je možné nízký ochranný účinek těchto plodin zvýšit jejich střídáním s vrstevnicovými pásy obilovin (JANEČEK a kol., 2002). Při tradičním pěstování lze podle protierozní účinnosti plodiny seřadit od nejvyšší po nejnižší účinnosti v pořadí: travní porosty – jetel – vojtěška – obilnina ozimá – obilnina jarní – řepka ozimá – hrách – plodiny okopaninového charakteru (slunečnice, brambory, cukrovka, kukuřice) a podle toho i rozmísťovat plodiny na pozemcích (JANEČEK a kol., 2007).

### **Pásové pěstování plodin**

Pásové střídání plodin sleduje snížení erozního účinku vložení různých širokých pásů s plodinami erozně méně ohroženými (travní porost, vojtěška, jetel, příp. obilovina) na pozemek s pěstovanou erozně ohroženou plodinou. Pásky jednotlivých plodin mohou být stejně široké při shodném osevním postupu nebo lze navrhnout různě široké pásky plodin dobře chránících půdu před erozí. Přitom se zohledňuje erozní ohroženost chráněné plodiny, velikost sklonu a tvaru svahu pozemku (PODHRÁZSKÁ a DUFKOVÁ, 2005). Obecně se doporučuje šířka pásů od 20 do 40 m (podle sklonu pozemku) (JANEČEK a kol., 2007).

### **Pozemkové úpravy**

Uspořádání pozemků delší stranou ve směru vrstevnic a trasování sítě polních cest s příkopy významně přispívá ke snížení nepřerušené délky pozemků po spádnici a tím i ke snížení eroze (JANEČEK a kol., 2005).

## **2.6.2 Opatření agrotechnického charakteru**

Pod pojmem agrotechnika rozumíme komplexní pěstování zemědělských plodin (JONÁŠ a kol., 1990). Účinnou ochranu před vodní erozí z agrotechnických opatření představují technologie ochranného zpracování půdy (Conservation Tillage) (HŮLA a kol., 2003). Tyto technologie zpravidla vyžadují speciální stroje (otočné pluhy, secí stroje pro výsev do nezpracované půdy, radličkové a rotační kypřiče, hrázkovače aj.) a použití přípravků na ochranu rostlin (pokud možno s co nejnižším reziduálním zatížením půdy) (JANEČEK a kol., 2005). Významným znakem ochranného zpracování půdy je pokrytí nejméně 30 % povrchu půdy rostlinnými zbytky předplodin nebo meziplodin po zasetí následných plodin (BAKER, SAXTON

a RITCHIE, 1996). Pokryv půdy vegetací či posklizňovými zbytky (mulčování) příznivě působí na snížení povrchového odtoku nejen svou vlastní intercepcí, ale především tím, že zachycuje kinetickou energii kapek, čímž omezuje erozi půdních agregátů a zaplňování nekapilárních pórů rozrušenými půdními částicemi, snižujícími vsak vody do půdy. I orba snižuje povrchový odtok a odnos půdy tím, že mění takové charakteristiky půdy jako je drsnost jejího povrchu, pórovitost a omezuje tvorbu škraloupu – půdní krusty (HŮLA a kol., 2005). Pokud to sklon a systém mechanizačních prostředků dovolují, měla by být uplatněna zásada provádění agrotechnických operací ve směru vrstevnic, nejvýše s malým odklonem od tohoto směru (PODHRÁZSKÁ a DUFKOVÁ, 2005).

### **Protierozní technologie pěstování kukuřice a slunečnice**

Při tradičním pěstování širokořádkových plodin, které nejméně chrání půdu před erozí a mezi něž patří kukuřice, lze na erozně ohrožených pozemcích zajistit nejjednodušší protierozní ochranu zasetím obilních pásů po vrstevnicích. Pro toto opatření je vhodný ozimý ječmen, protože po zasetí na jaře nemetá a tím nekonkuruje kukuřici, neboť ta velice špatně odolává v ranném stadiu vývoje ostatním plodinám (JANEČEK a kol., 2007). Pruhy by měly být zasety s odstupem 20 až 40 m od sebe podle stupně ohrožení pozemku erozí (JANEČEK a kol., 2002). Setí obilních pásů je pro zemědělskou praxi nenáročnou záležitostí, znamená sice určité vícenáklady, ale po technické stránce je to opatření jednoduché, nevyžadující žádné další přídatné zařízení při setí (JANEČEK a kol., 2005).

a) Technologie setí kukuřice do ponechaného strniště s rostlinnými zbytky po sklizni přezimující meziplodiny (např. ozimé směsky sklizené na zeleno) se vyznačuje dobrou protierozní účinností, ale vyžaduje likvidaci plevelů použitím neselektivních herbicidů.

b) Technologie setí kukuřice a slunečnice do obilní slámy předplodiny ponechané na povrchu půdy nebo do mělce zapravené prokypřením kypřičem je snáze realizovatelná. Kukuřice a slunečnice se na jaře vysévá do ponechaného strniště a slámy, která byla rozhozena příp. rozdrčena při sklizni obiloviny. Výdrol a vzešlé plevely se likvidují pomocí herbicidů.

c) Technologie pěstování kukuřice a slunečnice ve vymrznuté meziplodině (po obilnině) se vyznačuje vysokou protierozní účinností (JANEČEK a kol., 2007). Nárůst rostlinné nadzemní hmoty meziplodiny nejen chrání půdu před erozí, ale

poutá i živiny a zabraňuje jejich vyplavování (JANEČEK a kol., 2002). Během zimy vymrzající meziplodina (hořčice bílá, svazenka vratičolistá) odumře a kukuřice nebo slunečnice se na jaře vysévá do půdy pokryté mulčem vzniklého z porostu vymrznuté meziplodiny. V období před setím kukuřice či slunečnice se aplikují ekologicky přijatelné herbicidy (JANEČEK a kol., 2007).

### **Protierozní technologie pěstování řepky ozimé a obilnin**

Protierozní opatření při pěstování řepky ozimé jsou potřebná zvláště při tradičním zpracování půdy v období před zasetím. V tomto období se v našich podmínkách v průměru vyskytuje až 30 % přívalových dešťů. Při přípravě půdy pod ozimou řepku, zvláště při jejím jemném zpracování, dochází při přívalových deštích k erozním škodám. Jedním ze způsobů protierozní ochrany půdy je setí ozimé řepky do mulče přesným secím strojem s kotoučovými secími botkami (JANEČEK a kol., 2005).

Pracovní postupy s využitím mělké podmítky jsou použitelné rovněž při zakládání porostů ozimé řepky, kdy nejčastější předplodinou je obilnina, zpravidla pšenice.

- a) Setí ozimé obilniny po obilnině nebo řepce s využitím mělké podmítky.
- b) Zvýšení protierozního účinku pracovních postupů. U postupů zakládání porostů ozimých obilnin po řepce nebo po obilninách a ozimé řepky po obilnině lze protierozní účinek zvýšit rozdrčením slámy předplodiny a jejím rovnoměrným rozptýlením po povrchu pozemku – sláma nesmí zůstat v pruzích.
- c) Setí jarních obilnin a luskovin po obilnině nebo řepce bez orby s využitím strniskové meziplodiny (JANEČEK a kol., 2007).

### **Protierozní technologie při pěstování brambor**

Další plodinou, při jejímž pěstování na erozně ohrožených pozemcích je nutné zajistit protierozní ochranu, jsou brambory (PODHRÁZSKÁ a DUFKOVÁ, 2005). Při pěstování brambor lze snížit působení eroze nahrazením orby kypřením, čímž se zajistí dostatečné množství rostlinného materiálu na povrchu půdy a do zkypřeného mulče se na jaře sázejí brambory. Uvedený postup se doporučuje aplikovat na svahy o sklonu nejvýše do 5 %. V rámci rotace osevního postupu se doporučuje alespoň jedenkrát za čtyři až pět let zpracovat půdu orbou, která má nezastupitelný odplevelující a zúrodňující význam (JANEČEK a kol., 2007).

Omezení erozního ohrožení půdy při pěstování brambor může zajistit zlepšující předplodina v podobě jetele nebo jetelotrávy. Při pěstování brambor lze využít i mulčování slámou získanou z předplodiny. Mulč kryje půdu přes zimní období a spolu se strništěm zabraňuje erozi při rychlém tání sněhu. Účinným opatřením proti erozi v bramborách je i hrázkování, které se provádí bezprostředně po výsadbě a po kultivačních zásazích do doby plného zapojení porostu (PODHRÁZSKÁ a DUFKOVÁ, 2005).

### **Protierozní technologie při pěstování cukrovky**

Cukrová řepa je poškozována vodní i větrnou erozí zvláště v raném stadiu vývoje, tedy v době vzcházení (JANEČEK a kol., 2002). K zamezení těchto škod se používá výsev cukrové řepy do mulče z vymrzajících meziplodin svazenky vratičolisté a hořčice bílé pneumatickým přesným secím strojem s kotoučovými secími botkami (JANEČEK a kol., 2007). Důležitou zásadou, kterou je nutno dodržet před setím meziplodiny, je urovnání povrchu půdy (JANEČEK a kol., 2005).

### **Protierozní ochrana chmelnic**

Je třeba zajistit zvýšený přísun organické hmoty do půdy formou chlévského hnoje, meziplodin a posklizňových zbytků pro zvýšení tvorby humusu. Nutné je omezit zpracování půdy a hloubkové kypření na podzim a využít systému zeleného hnojení. Dobré zkušenosti jsou se zasetím ozimé řepky nebo ozimého žita mezi řady chmele (JANEČEK a kol., 2007).

## **2.6.3 Opatření technického charakteru**

Pokud nelze dosáhnout dostatečné protierozní ochrany organizačními a agrotechnickými opatřeními, je nutné použít technická protierozní opatření, jako jsou terénní urovnávky, vrstevnicové meze, terasy, příkopy, průlehy, zatravněné údolnice, ochranné hrázky a protierozní nádrže. Tato opatření, navrhovaná zejména v rámci pozemkových úprav, vytvářejí, spolu s dalšími opatřeními plánu společných opatření v pozemkových úpravách, základní kostru protierozní ochrany v území, u níž, po její realizaci a zajištění následné péče a údržby, existuje jistota trvalé účinnosti na rozdíl od předcházejících organizačních a agrotechnických protierozních opatření (JANEČEK a kol., 2007).

## **Terénní urovnávky**

Při terénních urovnávkách jde především o odstranění vertikálních nerovností přesunem zeminy ke snížení příčného sklonu jednotlivých částí pozemku, omezení možnosti soustředování povrchového odtoku a vzniku rýhové eroze. Terénní urovnávky je možné provádět zpravidla jen na hlubokých půdách (JANEČEK a kol., 2005).

## **Protierozní meze**

Protierozní meze, často navrhované s průlehy ve spodní nebo horní části, či bez průlehů jako bezodtokové, jsou trvalou překážkou soustředěného povrchového odtoku. Jsou v podstatě složeny ze tří základních částí: zasakovacího pásu nad mezí, vlastního tělesa meze a odváděcích prvků (PODHRÁZSKÁ a DUFKOVÁ, 2005). Protierozní účinek mezí spočívá především v ovlivnění směru obdělávání pozemků po vrstevnici, v možnosti uplatnění pásového střídání plodin nad a pod mezemi a v mírném snížení sklonu svahu (JANEČEK a kol., 2002). Strmý svah je zpravidla trvale zatravněn a může být porostlý i dřevinnou vegetací (keře, stromy). Tyto meze mohou být tvořeny i „snosem“ kamení (JANEČEK a kol., 2005).

Vedle základní protierozní funkce (trvalá překážka povrchovému odtoku) mají meze a dřevinná zeleň na nich rostoucí velký význam také z hlediska krajinně estetického i jako hnízdiště a migrační zóny drobné zvěře, hmyzu, rostlin a všech živých organismů, v kombinaci s cestou zvyšují zároveň průchodnost krajiny (neboť v důsledku neúměrně velkých celků vzniklých dříve se zemědělská krajina stala pro člověka neprůchodná). Navržený systém protierozních mezí včetně navržené zeleně s protierozní funkcí může fungovat v krajině i jako nezbytná součást lokálních biokoridorů – územních systémů ekologické stability (PODHRÁZSKÁ a DUFKOVÁ, 2005).

## **Terasy**

Jednou z možností, jak chránit před erozí extrémně svažité pozemky o sklonu > 20 % na hlubokých až velmi hlubokých půdách, je terasování. Terasováním se zároveň vytvoří podmínky pro zemědělské využití velmi svažitých pozemků, především pro pěstování speciálních trvalých kultur (sadů a vinic). Budují se jako terasy úzké, o šířce terasové plošiny umožňující výsadbu jedné nebo dvou řad ovocných stromů nebo vinné révy, nebo jako široké, o šířce terasové plošiny



umožňující výsadbu tří a více řad, případně pěstování běžných zemědělských plodin. Zvláštní modifikací terasování jsou tzv. terasové dílce, u nichž délka není výrazně převládajícím rozměrem a pozemek vytvořený terasou je zpravidla od dalších oddělen terénním stupněm (JANEČEK a kol., 2007).

Terasy a terasové dílce jsou již podstatnějším zásahem do vodního režimu území (HŮLA a kol., 2003).

Terasy se budují jako zemní, kde sklon terasového svahu je dán přirozenou soudržností zeminy a je zpevněn vegetačně (osetí travou a keřovitými dřevinami) a nebo jako terasy s opěrnými zdmi. Tyto se navrhují zvláště ve velkých sklonech (nad 30 %), ale vzhledem k značným nákladům zcela výjimečně (JANEČEK a kol., 2007).

### **Příkopy**

Protierozní příkopy se na pozemcích navrhují jako jednotlivé prvky nebo v soustavě, jako otevřené, nezpevněné nebo zpevněné, s příčným profilem ve tvaru lichoběžníku (JANEČEK a kol., 2002).

K zachycení přítoku vnější cizí vody na pozemek, k zachycení povrchové vody uvnitř pozemku a k neškodnému odvedení přebytečné vody ze zájmového území se užívají především záchytné a svodné protierozní příkopy (PODHRÁZSKÁ a DUFKOVÁ, 2005).

Sběrné a svodné příkopy se budují v návaznosti na přirozenou a umělou hydrografickou síť; odvodňovací kanály by měly být řešeny tak, aby současně vyhovovaly zásadám protierozní ochrany. Sběrné příkopy se zpravidla navrhují k přerušení příliš velké délky povrchového odtoku po spádnicích. Svodné příkopy zpravidla v údolních polohách k odvádění vody ze sběrných příkopů.

Záchytné příkopy se budují nad chráněným územím v místech, kde je nebezpečí přítoku cizích vod z výše ležících ploch (nezemědělských, především lesních). Při navrhování profilu a sklonu příkopů je zejména nutno dbát na schopnost odvedení návrhového kulminačního průtoku s dobou opakování alespoň jedenkrát za deset let včetně zajištění transportu splavenin (JANEČEK a kol., 2007).

Příkop z pohledu protierozního opatření je menší umělé koryto, sloužící dočasně k zadržení i odvádění povrchové vody i smyté půdy. Jsou nákladnější protierozní opatření než průlehy, a proto pro úspornější řešení je vhodné využívat sítě

cestních příkopů s protierozní funkcí nebo je budovat zejména v návaznosti na přirozenou a umělou hydrografickou síť (PODHRÁZSKÁ a DUFKOVÁ, 2005).

Kapacita koryt cestních příkopů je omezená hloubkou 0,4 až 1,0 m s ohledem na šířku vozovky v koruně a bezpečnost provozu. Přitom je nutné, aby koruna vozovky z důvodů jejího odvodnění byla alespoň 15 cm nad hladinou vody v příkopu (KVÍTEK a kol., 2006).

### **Průlehy**

Příčné průlehování pozemků je považováno za jedno z nejdůležitějších podpůrných ochranných opatření na orné půdě. Spočívá v rozdělení dlouhého svahu průlehy na svahy kratší. Vzdálenosti mezi průlehy jsou závislé na sklonu pozemku, propustnosti půd, úhrnu a intenzitě návrhových přívalových srážek. Podle sklonu pozemku se doporučuje volit vzdálenost sběrných průlehů od 20 do 35 m (PODHRÁZSKÁ a DUFKOVÁ, 2005). Sběrné průlehy se budují jako široké mělké příkopy s mírným sklonem svahů (1 : 5 a více) na svažitéch zemědělských pozemcích, kde délka po spádnicí překračuje přípustnou délku zjištěnou pomocí univerzální rovnice ztráty půdy (JANEČEK a kol., 2007). Průlehy jsou použitelné na svazích s hlubšími půdami do sklonu nejvýše 15 % (8°), výjimečně 18 % (10°). Je-li nutno na pozemku navrhnout více průlehů, vedou se z důvodů mechanizačních pokud možno v rovnoběžných řadách podél vrstevnic (PODHRÁZSKÁ a DUFKOVÁ, 2005). Na půdách lehkých, propustných mohou výjimečně sloužit k zasakování po povrchu stékající vody. Vsak je možné podpořit drenáží vedenou v ose průlehů (JANEČEK a kol., 2007). Příčný profil musí zajišťovat potřebnou kapacitu průlehu a být schopný podélného obhospodařování (JANEČEK a kol., 2002). Průlehy s větším podélným sklonem musí být trvale zatravněny a slouží k odvádění po povrchu tekoucí vody. Sběrné průlehy jsou zaústovány zpravidla do svodných průlehů zatravněných údolnic nebo zpevněných příkopů (JANEČEK a kol., 2007).

Jejich výhody oproti příkopům spočívají zpravidla ve větší průtočné kapacitě bez nebezpečí zablokování unášenými předměty, ve snadných přejezdech bez nutnosti budování propustků omezujících průtok vody a ve snadné realizaci a údržbě (HŮLA a kol., 2003).

## Zatrávněné údolnice

V důsledku morfologické rozmanitosti zemědělské krajiny dochází během přívalových dešťů a jarního tání k přirozenému soustředění po povrchu odtékající vody v úžlabinách a údolnicích. V těchto drahách soustředěného odtoku, pokud nejsou chráněny trvalým travním porostem, způsobuje proudící voda zpravidla hluboké erozní rýhy (JANEČEK a kol., 2007). Je proto nezbytné chránit tyto potenciální dráhy soustředěného povrchového odtoku co nejdokonaleji vegetačním pokryvem, nejlépe zatrávněním (JANEČEK a kol., 2002).

Zatrávněná údolnice, resp. svodný průleh, musí být dobře odvodněn drenáží, aby nebyl poškozován při přejíždění mechanizačních prostředků (JANEČEK a kol., 2007). Orba okolních pozemků by měla být vždy vedena kolmo na okraje údolnice, aby se zabránilo vytváření rýh podél travního porostu údolnice (JANEČEK a kol., 2002).

## Ochranné hrázky

Protierozní hrázky se budují na úpatí svahů zemědělských pozemků především k ochraně důležitých objektů před zatopením povrchovou vodou z přívalových srážek a zanesením produkty eroze – erozními smyvy. Prostor před hrázkou a výška hrázky musí vyhovovat potřebě retence vody včetně objemu usazených erozních smyvů. Hrázky se budují převážně jako zemní, nejvýše 1 m až 1,5 m vysoké, opevněné zatrávněním (JANEČEK a kol., 2007). Odtok vody je zpravidla zajišťován jednoduchým vypouštěcím zařízením (JANEČEK a kol., 2005). Ochranné hrázky se s výhodou budují místo málo účinných tzv. vrstevnicových mezí zejména tam, kde by v důsledku malého sklonu docházelo k zanášení příkopů a průlehů (JANEČEK a kol., 2007).

## Protierozní nádrže

Nádrže jsou velmi účinné opatření regulující odtok vody a zachycující transportované splaveniny. Lze je navrhovat všude tam, kde i přes všechna opatření provedená v povodí a na toku dochází k ohrožení cenných částí území (intravilánu obcí) kulminačními průtoky nebo ke zvýšenému transportu látek do povrchových vodních zdrojů (JANEČEK a kol., 2002). V zájmu jejich maximální účinnosti při zachycování splavenin je nutné, aby jejich záchytný prostor byl tak velký, aby zachytil objem vody odtékající z přívalového deště, popř. z jarního tání, s průměrnou

dobou opakování alespoň 50 let. Po usazení splavenin odtéká z nádrže relativně čistá voda zbavená nerozpuštěných látek. Z tohoto požadavku vyplývá i možnost stavby těchto nádrží pouze v malých povodích (JANEČEK a kol., 2007). Z hlediska vlivu na kvalitu vody jsou výhodnější tzv. suché nádrže, jejichž dno je možno obhospodařovat jako louku. Plní se jen při zvýšených průtocích, po odtoku vody z nádrže sediment po vyschnutí prorůstá trvalými travními porosty a není nutné časté odstraňování nánosů (PODHRÁZSKÁ a DUFKOVÁ, 2005). Negativní vliv nánosů spočívající v uvolňování látek v nich obsažených do vody se neprojevuje tak jako u nádrží zatopených, u kterých je nutno již při projekčním návrhu pamatovat na periodický způsob odstraňování sedimentů a na způsob jejich využití (JANEČEK a kol., 2002).

Vzhledem k tomu, že výstavba těchto nádrží je nákladnou záležitostí, je výhodné spojit jejich protierozní funkci s dalším účelovým využitím, které však nesmí být se základní protierozní funkcí v protikladu (JANEČEK a kol., 2007).

## **2.7 Ochrana zemědělského půdního fondu**

Zemědělský půdní fond je základním přírodním bohatstvím naší země, nenahraditelným výrobním prostředkem umožňujícím zemědělskou výrobu a je jednou z hlavních složek životního prostředí. Ochrana zemědělského půdního fondu, jeho zvelebování a racionální využívání jsou činnosti, kterými je také zajišťována ochrana a zlepšování životního prostředí. (§1 zákona č. 334/1992 Sb.) Zemědělský půdní fond (ZPF) můžeme charakterizovat jako určitý, ohraničený soubor půdních celků zemědělsky obhospodařovaný v daném časovém období (ŠVEHLA a VAŇOUS, 1987).

Základní podmínkou úspěšně provozovaného zemědělství je správné využívání zemědělského půdního fondu z hlediska rozmístění kultur a vhodného uspořádání pozemků po stránce organizace výroby a zúrodnění půdy při současné ochraně zemědělsky využívané krajiny a zlepšování životního prostředí venkova (JÚVA, 1978).

Komplexní pozemkové úpravy patří k nejúčinnějšímu a v širším krajinném segmentu, katastrálním území, prakticky jedinému nástroji protierozní ochrany zemědělského půdního fondu, který je systémově zajištěn včetně realizace konkrétních opatření (MACKOVIČ, 2007).

V rámci KPÚ jsou nově konsolidovány půdně ucelené hospodářské jednotky jednotlivých vlastníků. Tyto pozemky jsou lokalizovány (v rámci společných zařízení) často na bloky zemědělské půdy poškozené za uplynulá léta intenzivní erozní činností. V důsledku tohoto poškození se tyto bloky vyznačují velkou heterogenitou přirozené produkční schopnosti, což je nutné vzít v úvahu při umístování nového pozemku.

Většina zemědělských pozemků v ČR je na více či méně svažitéch plochách. Zde se projevují důsledky eroze ve snížení produkční schopnosti půd (PODHRÁZSKÁ, 2006). Svažité pozemky je možno rozdělit na tři základní zóny – zóna infiltrační (eluviální) – náhorní rovina včetně části svahu přecházející z náhorní roviny postupně v erozi nejvíce poškozovanou zónu transportní – (může mít průběh lineární, konkávní, konvexní či kombinovaný), která přechází do zóny podsvahového deluvia – zóny akumulární (DUMBROVSKÝ, MEZERA a kol., 2000). V rámci těchto jednotlivých zón dochází k výrazné diferenciaci produkční schopnosti. K nejvýraznějšímu snížení výnosů dochází v zóně přechodu z části infiltrační do transportní (na této části se zpravidla vedle poškození erozí projevuje jako další nepříznivý faktor vláhový deficit – tato část bývá často vysychavá, protože srážková voda rychle odteče a nemá už na ni odkud voda přitéci) (PODHRÁZSKÁ, 2006). Zónu transportní je možno rozdělit na část blíže eluviu (od středu nahoru) a na část blíže podsvahového deluvia (od středu dolů). Porovná-li se produkční schopnost těchto dvou částí, jeví se z hlediska produkční schopnosti jako příznivější část svahu blíže podsvahovému deluviu, protože přejímá zvolna sediment a vláhu z výše ležících částí svahu (DUMBROVSKÝ, MEZERA a STŘÍTECKÝ, 2004). V zóně akumulární výnosová šetření jednoznačně prokázala nejvyšší produkční schopnost (dochází k jejímu obohacování vláhou a živinami z výše ležících přilehlých ploch) (DUMBROVSKÝ, 2004).

Pro zpracovatele pozemkové úpravy z toho vyplývá povinnost brát tyto výše uvedené skutečnosti v úvahu a na základě podrobného vyhodnocení intenzity eroze (ve spojení s pedologickým průzkumem) rozdělit svažité pozemky do těchto zón. Na základě tohoto rozdělení je potom třeba kvantifikovat a specifikovat podíl té které zóny v rámci celkového plošného nároku (DUMBROVSKÝ, MEZERA a kol., 2000).

## 3. Materiál

### 3.1 Lokalizace

Slabčice je obec ležící v jižních Čechách v okrese Písek. Nachází se v nadmořské výšce 439 m. Katastrální území Slabčice (749281) leží vzdušnou čarou cca 14 km východně od Písku. Toto katastrální území sousedí s následujícími katastry (od severu po směru hodinových ručiček): Rakov u Svatkovic, Nemějice a Písecká Smoleč. Obec Slabčice se skládá ze čtyř částí: Slabčic, Nemějic, Písecké Smolče a Smolečského Březí.



Obr. č. 1 – Obec Slabčice na mapě České republiky

### 3.2 Hydrologické poměry

Obec Slabčice se nachází blízko Vltavy, na jejím pravém břehu. Území náleží do povodí Horní Vltavy.

Nejvýznamnějším vodohospodářským prvkem katastru je bezejmenný potok, který se v obci Slabčice slévá (obr. č. 13) ze dvou vodotečí vedoucích z Rakova – Slabčický potok (obr. č. 14) a Nemějic – Nemějický potok (obr. č. 15). Tento potok dále pokračuje do katastrálního území Písecká Smoleč, kde zaústí uje do vodní nádrže Orlík.

V zájmovém území se nacházejí dva bezejmenné rybníky. Jeden se nachází přímo v severní části obce, druhý směrem na sever za obcí. Obec Slabčice disponuje také nádrží pro hasičské účely. Všechny tyto tři nádrže spojuje Slabčický potok.

Odvodnění – předmětné pozemky, které jsou zemědělsky využívány, nejsou odvodněné drenáží, vyjma pozemku pod odtokovou dráhou č. 1. Pozemek, na kterém jsou vybudovány šachtice, je kulturou TTP.

### 3.3 Klimatické poměry

Dle klasifikace Quitta (1971) se zájmové území nachází v klimatickém regionu MT 11. Klimatická charakteristika pro region MT 11 je charakterizována: dlouhé léto, teplé a suché, přechodné období krátké s mírně teplým jarem a mírně teplým podzimem, zima je krátká, mírně teplá a velmi suchá s krátkým trváním sněhové pokrývky. Tento region se táhne od Strakonice a Písku až po České Budějovice.

K zjištění těchto údajů bylo použito Atlasu podnebí Česka.

Průměrná roční teplota vzduchu: 7 – 8°C

Průměrná sezónní teplota vzduchu: jaro: 7 – 8°C

léto: 14 – 15°C

podzim: 7 – 8°C

zima: -2 – -1°C

Průměrný roční úhrn srážek: 550 – 600 mm

Průměrný sezónní úhrn srážek: jaro: 125 – 150 mm

léto: 200 – 250 mm

podzim: 100 – 125 mm

zima: 0 – 100 mm

Dny se sněžením: 60 – 70 dní

Průměrná roční relativní vlhkost vzduchu: 75 – 80 %

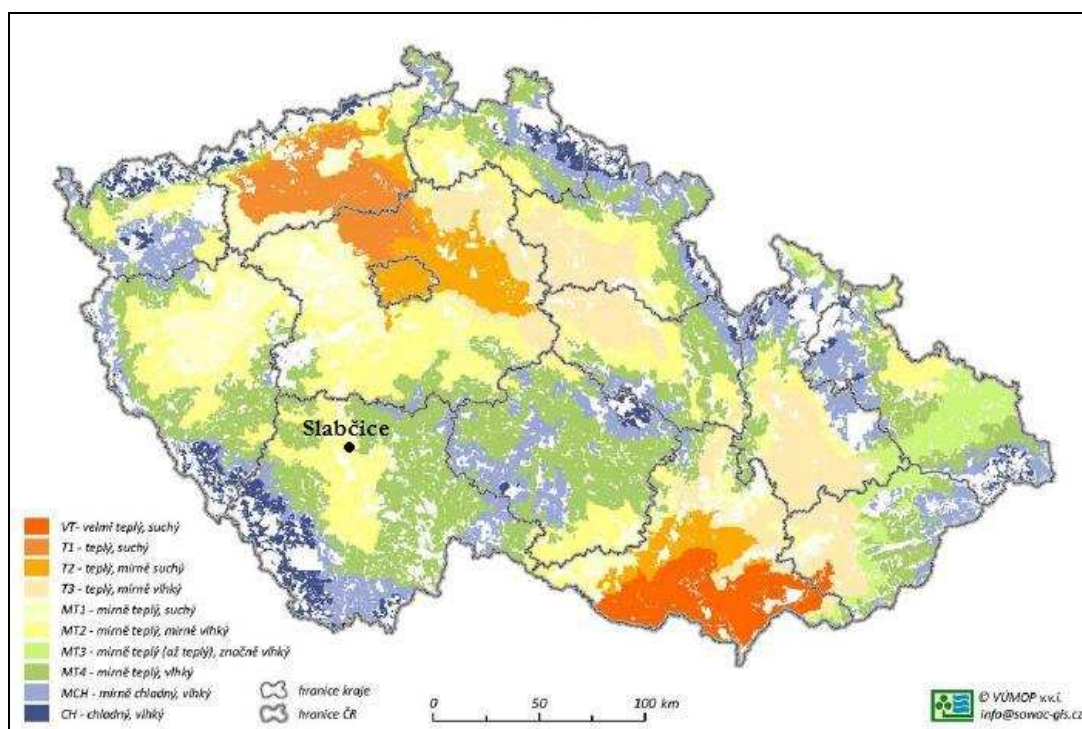
Průměrná roční rychlost větru: 2,0 – 3,0 m .s<sup>-1</sup>

Průměrná sezónní rychlost větru: na jaře: 2,5 – 3,0 m .s<sup>-1</sup>

v létě: 2,0 – 2,5 m .s<sup>-1</sup>

na podzim: 2,0 – 2,5 m .s<sup>-1</sup>

v zimě: 2,5 – 3,0 m .s<sup>-1</sup>



Obr. č. 2 – Klimatický region

Obec Slabčice se nachází dle vyhodnocení Atlasu podnebí Česka (2007) v klimatickém regionu MT2 – mírně teplý, mírně vlhký. Za základní kritéria pro charakteristiku klimatického regionu se považují údaje o sumě průměrných denních teplot rovných nebo vyšších než 10°C, průměrné roční teplotě a průměrné teplotě ve vegetačním období (IV. – IX.), průměrném úhrnu ročních srážek a srážek ve vegetačním období (IV. – IX.), pravděpodobnosti výskytu suchých vegetačních období v % (IV. – IX.), výpočtu vláhové jistoty, výpočtu hranice sucha ve vegetačním období a další faktory.

### 3.4 Geomorfologické poměry

Zájmové území se nachází v geomorfologické oblasti Středočeská pahorkatina, na západě Českomoravské subprovincie. Vyčlenění Středočeské pahorkatiny jako samostatné části orografické soustavy České vysočiny zdůvodňuje geologické složení a geomorfologický ráz, které ji odlišují od okolních orografických celků. Středočeská pahorkatina je charakteristická jednotvárným pahorkatinným reliéfem, většinou mírně zvlněným. Hluboce zaříznutá údolí s výraznějším reliéfem pak vytvářejí řeky.

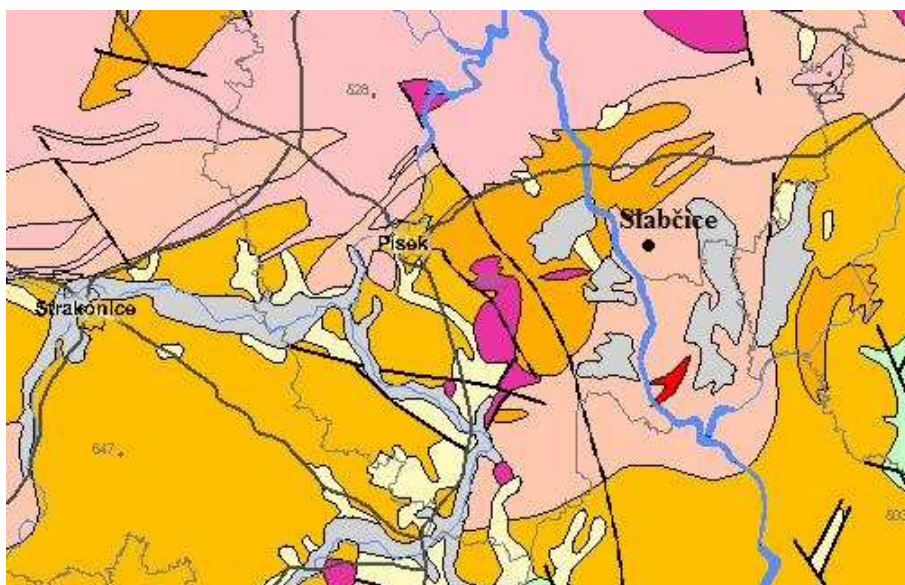


Z hlediska geomorfologického členění Středočeské pahorkatiny se předmětné území nachází ve střední části Táborské pahorkatiny.

Terén v k. ú. Slabčice je mírně členitý, kopcovitý, s měkce modelovanými tvary a s proměnlivými sklony ve svazích.







### 3.5 Geologické poměry a geotechnické údaje o podloží

Předkvartérní podklad v zájmovém území tvoří horniny proterozoického stáří: moldanubikum – biotitické pararuly středně zrnité, s polohami drobnozrných pararul – svrchu silně zvětralé, místy až rozložené na zeminy. V okolí se mohou lokálně vyskytovat různě velká tělesa dalších hornin: amfibolitů, kvarcitů a kvarcitických rul, erlánů, krystalických vápenců a migmatitů.



Obr. č. 3 – Geologická mapa 1 : 500 000

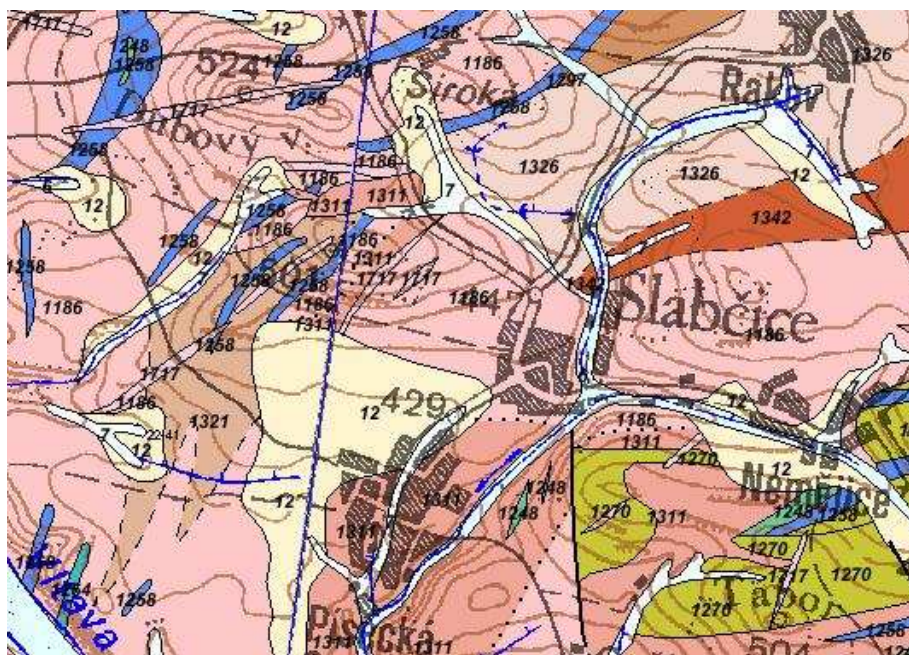
#### Legenda

-  Čtvrtohory: Čtvrtohorní usazené horniny – hlíny, spraše, štěrky, písky.
-  Třetihory: Třetihorní usazené horniny – jíly, písky.
-  Starohory až prvohory: Silně přeměněné horniny – ortoruly, granulity a pokročilé migmatity.
-  Starohory až prvohory: Přeměněné horniny – svorové ruly, pararuly až migmatity s vložkami vápenců, erlánů, kvarcitů, grafitu a amfibolitů.
-  Starohory až prvohory: Žuly (hlubinné vyvřelé horniny).
-  Starohory až prvohory: Hlubinné vyvřelé horniny – tmavé horniny žulového charakteru (tmavé granodiority), syenity.

Hloubka zvětrání hornin předkvartérního podloží je značně proměnlivá. Je ovlivněna zejména způsobem uložení horninových bloků a mírou tektonického porušení hornin, skladbou zemin kvartérního pokryvu a působením vod podzemních i povrchových.

Mocnost kvartérního pokryvu je zde nevelká, proměnlivá (většinou do tří metrů, místy kolem pěti metrů, ojediněle i více). Zpravidla jde o svahové hlíny, svahově na krátkou vzdálenost přemístěné nebo nepřemístěné zvětraliny předkvartérního podkladu (eluvia), místy se vyskytují (ve značně omezeném rozsahu) také navážky – do zájmového prostoru zasahují v trasách a v blízkosti stávajících pozemních komunikací.

V kvartérním pokryvu na předmětné lokalitě převažují svrhu svahové hlíny většinou písčité, místy zeminy hlinitopísčité, s proměnlivým, někdy nevýznamným obsahem různě velkých úlomků matečné horniny, svahově nebo deluvio-fluviálně přemístěné, často také nepřemístěné.



Obr. č. 4 – Geologická mapa 1 : 50 000

#### Legenda

- 6 Kenozoikum: Kvartér – nivní sediment
- 7 Kenozoikum: Kvartér – smíšený sediment
- 12 Kenozoikum: Kvartér – písčito-hlinitý až hlinito-písčítý sediment
- 1186 Paleozoikum až proterozoikum: migmatit
- 1248 Paleozoikum až proterozoikum: amfibolit

- 1258 Paleozoikum až proterozoikum: erlan
- 1270 Paleozoikum až proterozoikum: kvarcit
- 1297 Paleozoikum až proterozoikum: rula
- 1311 Paleozoikum až proterozoikum: migmatit
- 1321 Paleozoikum až proterozoikum: rula
- 1326 Paleozoikum až proterozoikum: pararula až migmatit
- 1342 Paleozoikum až proterozoikum: pararula
- 1717 Paleozoikum: Karbon, Perm – žilný granit

Užitečně se vyskytující horniny a zeminy – základové půdy – lze rozlišit orientačně do geotechnických typů:

Typ 1 navážky

- 1 a navážky štěrkovité a úlomkovité
- 1 b navážky písčité
- 1 c navážky hlinité a jílovité

Typ 2 hlíny

- 2 o hlíny humózní
- 2 d hlíny svahové

Typ 3 písky (zvětrality skalního podkladu, často nepřemístěné)

- 3 g písky s drobným štěrkem
- 3 h písky hlinité
- 3 j písky jílovité

Typ 4 úlomkovité zvětrality skalního podkladu (většinou nepřemístěné) a sutě

- 4 k úlomkovité zvětrality a sutě písčité
- 4 m úlomkovité zvětrality a sutě hlinité

Typ 5 ruly biotické

- 5 r ruly biotické zdravé a navětralé
- 5 s ruly biotické zvětralé.

Z uvedeného popisu geologických poměrů vyplývá, že zeminy kvartérního pokryvu i horniny v podloží jsou místy nepropustné a převážně jen málo propustné. Jejich propustnost ve vodorovném směru bude větší než ve směru svislém.

### 3.6 Pedologická charakteristika

Dle zrnitostního složení půd České republiky se v zájmovém území jedná o střední půdy. Zařazení do klasifikačního systému půd ČR dle Němečka (2001):

- referenční třída kambisoly: Půdy s výrazným braunifikovaným či pelickým diagnostickým horizontem, vytvořeným v hlavním souvrství svahovin z přemístěných zvětralin pevných či zpevněných hornin či v analogickém souvrství jiných substrátů (zahliněné písky, šterkopísky), se širokou škálou zrnitosti, vyluhování a acidifikace, s možností výskytu všech typů nadložního humusu a několika typů humózních horizontů (melanický, umbrický, andický).

- půdní typ kambizem (KA): Půdy se stratigrafií O – Ah nebo Ap – Bv – IIC, s kambickým hnědým (braunifikovaným) horizontem, vyvinutým převážně v hlavním souvrství svahovin magmatických, metamorfických a zpevněných sedimentárních hornin, ale i jim odpovídajících souvrstvích, např. v nezpevněných lehčích až středně těžkých sedimentech. I výrazněji vyvinuté pedy v kambickém horizontu postrádají jílové povlaky – argilany.

- půdní subtyp modální (m): ze středně těžkých až lehčích středních substrátů
- půdní variety
  - eubazická (e<sup>ˆ</sup>): v horizontu Bv  $V_M > 60 \%$  u zemědělských a  $> 50 \%$  u lesních půd
  - mesobazická (a<sup>ˆ</sup>): v horizontu Bv  $V_M < 60 - 30 \%$  u zemědělských a  $V < 50 - 20 \%$  u lesních půd

### 3.7 Zemědělství

Území je intenzivně zemědělsky obhospodařované. Hlavním podnikatelem v oblasti zemědělství je místní zemědělské družstvo (ZD Nemějice).

Ze statických údajů vyplývá, že v k. ú. Slabčice orná půda zaujímá 225,727 ha a rozkládá se celkem na 198 parcelách.

Zájmové území patří především do obilnářské, ale i bramborářské zemědělské výrobní oblasti. Z obilnin se zde pěstuje pšenice (ozim, jař  $\Delta$ ), ječmen (ozim, jař  $\Delta$ ) a oves. Dále se zde pěstuje řepka a kukuřice. Dříve se zde pěstoval i hrách. Je používán osevní postup: kukuřice – obilnina (ozim, jař) – řepka – obilnina (dva – třikrát za sebou). Tyto informace mi byly poskytnuty agronomem ZD Nemějice p. Bartůňkem.

## 4. Metodika

### 4.1 Podklady

Při řešení práce bylo užito těchto podkladů:

1. Mapové podklady – ZM 10, SMO-5 s vyznačením BPEJ poskytnutá od VÚMOP, v.v. i. Praha

2. Písemné podklady – JANEČEK, Miloslav, a kol. *Ochrana zemědělské půdy před erozí*. Vyd. 1. Praha : ISV nakladatelství, 2002. 201 s. ISBN-85866-85-8.

- Hodnoty faktoru délky svahu L pro přímé svahy
- Hodnoty faktoru sklonu svahu S

– KVÍTEK, T., a kol. *Zemědělské meliorace*. Vyd. 1. České Budějovice : Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, 2006. 165 s. ISBN 80-7040-858-8.

- Faktor K vztažený k jednotkám základní půdní mapy KPP v měřítku 1 : 10 000 (1 : 5 000) a k hlavním půdním formám ekologicko-půdních (bonitačních) map v měřítku 1 : 5 000.

3. Programy – ERCN, ArcGIS, MicroStation

### 4.2 Určení ohroženosti pozemků vodní erozí

Účelem a cílem navržené protierozní ochrany bude snížena nepřípustná vodní eroze v daném území, která má za následek degradaci půd.

Pro výpočet erozní ohroženosti bude užito univerzální rovnice pro výpočet průměrné dlouhodobé ztráty půdy z pozemků dle Wischmeiera a Smithe:

$$G = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P,$$

kde: G – průměrná dlouhodobá ztráta půdy (t .ha<sup>-1</sup> za rok)

R – faktor erozní účinnosti deště - vyjádřený v závislosti na četnosti výskytu, úhrnu, intenzitě a kinetické energii deště

K – faktor erodovatelnosti půdy - vyjádřený v závislosti na textuře a struktuře ornice, obsahu organické hmoty a zrnitosti

L – faktor délky svahu - vyjadřující vliv nepřerušené délky svahu na velikost ztráty půdy erozí

S – faktor sklonu svahu - vyjadřující vliv sklonu svahu na velikost ztráty půdy erozí

C – faktor ochranného vlivu vegetačního pokryvu – vyjádřený v závislosti na vývoji vegetace a použité agrotechnice

P – faktor účinnosti protierozních opatření.

Použitím uvedené rovnice lze stanovit dlouhodobou průměrnou roční ztrátu půdy z pozemku vodní erozí. Rovnici nelze použít pro kratší než roční období ani pro zjištění ztráty půdy erozí způsobené jednotlivými dešti nebo odtokem z tajícího sněhu (JANEČEK a kol., 2002).

#### 4.2.1 Rozbor erozní účinnosti dešťových srážek (R)

Erozní účinnost (tzv. erozivita) dešťových srážek se projevuje nejvýrazněji na počátku erozního procesu, kdy dešťové kapky dopadají na půdní povrch, na kterém se ještě nestačila vytvořit vrstva povrchově odtékající vody. Z fyzikálního hlediska vykonávají dešťové kapky na půdním povrchu práci, která způsobuje rozbíjení půdních agregátů, uvolňování půdních částic a zhutňování povrchové vrstvy půdy (JANEČEK a kol., 2005).

Erozní účinnost deště je určena kvalitativními charakteristikami deště (kinetickou energií, intenzitou, resp. jejich kombinací) (KVÍTEK a kol., 2008).

Vztah pro faktor erozní účinnosti deště R byl v USA odvozen na základě velkého množství dat o dešťových srážkách. Data ukazují, že jsou-li ostatní faktory USLE konstantní, je ztráta půdy z obdělávaného pozemku přímo úměrná součinu celkové kinetické energie přívalového deště (E) a jeho maximální 30minutové intenzity ( $i_{30}$ ):

$$R = E \cdot i_{30}/100$$

kde: R je faktor erozní účinnosti deště ( $\text{MJ} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{cm} \cdot \text{h}^{-1}$ ),

E celkové kinetické energie deště ( $\text{J} \cdot \text{m}^{-2}$ ),

$i_{30}$  max. 30minutová intenzita deště ( $\text{cm} \cdot \text{h}^{-1}$ ) (JANEČEK a kol., 2007).

Celková kinetická energie deště E je:

$$E = \sum_{i=1}^n E_i$$

kde:  $E_i$  kinetická energie i-tého úseku deště,

n počet úseků deště

$E_i$   $(206 + 87 \log i_{si}) \cdot H_{si}$ ,

kde:  $i_{si}$  intenzita deště i-tého úseku ( $\text{cm} \cdot \text{h}^{-1}$ ),

$H_{si}$  úhrn deště v i-tém úseku (cm) (PODHRÁZSKÁ a DUFKOVÁ, 2005).

Roční hodnota faktoru R se určuje z dlouhodobých záznamů o srážkách a představuje součet erozní účinnosti jednotlivých přívalových dešťů, které se v daném roce vyskytly, přičemž se neuvažují deště s úhrnem menším než 12,5 mm a pokud v průběhu 15 minut nespadlo alespoň 6,25 mm a musí být oddělené od ostatních dešťů dobou delší než šest hodin (JANEČEK a kol., 2007). Pro získání reprezentativních údajů o maximálních ročních hodnotách faktoru R pro jednotlivá místa je třeba zpracovat úplné údaje, nejlépe za období alespoň 50 let. Pokud nejsou k dispozici konkrétní hodnoty faktoru R pro místní podmínky, lze pro území České republiky počítat s průměrnou hodnotou  $R = 20$ . K výpočtu této hodnoty faktoru R byly použity výsledky srážkoměrných (ombrografických) pozorování ze tří stanic ČHMÚ za období 50 let. Vyhodnocovány byly jen deště, jejichž úhrn překračoval 12,5 mm a intenzita  $24 \text{ mm} \cdot \text{h}^{-1}$  (JANEČEK a kol., 2005). Průměrná roční hodnota faktoru R je vlastně hodnotou faktoru R za vegetační období, protože v našich klimatických podmínkách přichází přívalové deště, vyvolávající na poli smyv půdy, pouze od dubna do začátku října (KVÍTEK a kol., 2006). Využitím nově zpracovaných dlouhodobých řad ombrografických záznamů z dalších stanic ČHMÚ a provedením důkladnějšího metodického rozboru erozní účinnosti srážek bude možné přesněji stanovit R-faktor pro území České republiky, jehož hodnoty, jak dosavadní výsledky ukazují, budou vyšší, než-li doposud doporučované, a proto lze i předpokládat, že budou mít vliv na přehodnocení přípustné ztráty půdy (JANEČEK a kol., 2007).

#### **4.2.2 Faktor erodovatelnosti půdy (K)**

Vlastnosti půdy ovlivňují infiltrační schopnost půdy a odolnost půdních agregátů proti rozrušujícímu účinku dopadajících kapek deště a transportu povrchově odtékající vodou (JANEČEK, 1992).

Jeho hodnotu lze určit pomocí nomogramu. Přibližnou hodnotu faktoru K lze také určit pomocí BPEJ. Hodnoty jsou tabelovány podle hlavních půdních jednotek (HPJ = druhé a třetí místo kódu BPEJ) (VLASÁK a BARTOŠKOVÁ, 2007).

### 4.2.3 Faktor délky a sklonu svahu (L, S)

Vliv sklonu a délky svahu na intenzitu eroze je vyjádřen kombinací faktoru sklonu svahu S a faktoru délky svahu L, tzv. topografickým faktorem LS (JANEČEK a kol., 2007).

Délky a sklony pozemků se určují z vrstevnicových a hospodářských map a aktualizují se terénní pochůzkou (JANEČEK a kol., 2002).

Hodnota topografického faktoru LS pro přímé svahy se vypočítá ze vztahu:

$$LS = l_d^{0,5} (0,0138 + 0,0097s + 0,00138s^2)$$

kde:  $l_d$       nepřerušená délka svahu (m),  
 $s$           sklon svahu (%) (JANEČEK a kol., 2005).

Přírodní svahy jsou zpravidla nepravidelné, a proto je určení topografického faktoru LS uvedeným způsobem nepřesné. Rozdíly mezi výpočty topografického faktoru LS pro konkávní, přímé, kombinované a konvexní svahy byly využity Castrem, Zobeckem (1986) k sestavení tabulek opravných činitelů (JANEČEK a kol., 2002). Pro konkávní svahy jsou hodnoty součinu faktorů L a S nižší než pro přímé; kombinované a konvexní svahy mají hodnotu LS vyšší než přímé svahy, resp. faktor LS za předpokladu přímého sklonu je na konkávních svazích vyšší, na konvexních a kombinovaných svazích nižší (JANEČEK a kol., 2005).

### Faktor délky svahu (L)

Intenzita eroze se zvyšuje s rostoucí délkou svahu, která je definována jako horizontální vzdálenost od místa vzniku povrchového odtoku k bodu, kde se sklon svahu snižuje natolik, že dochází k ukládání erodovaného materiálu nebo se plošný odtok soustředí do odtokové dráhy (JANEČEK a kol., 2007).

Samostatně lze stanovit hodnotu faktoru délky svahu (L) výpočtem ze vztahu:

$$L = \left( \frac{l_d}{22,13} \right)^p$$

kde:  $l_d$       nepřerušená délka svahu (m),  
 $p$           exponent zahrnující vliv sklonu svahu (JANEČEK a kol., 2002),  
22,13      je délka standardního pozemku (m) (JANEČEK a kol., 2007).

Za účinné přerušování délky pozemku po spádnici lze považovat hrázku, sběrný či záchytný průleh nebo příkop, zamezující přetékání vody na níže ležící plochu, nikoliv např. terénní mez (JANEČEK a kol., 2005).



## Faktor sklonu svahu (S)

Ztráta půdy se zvyšuje se vzrůstajícím sklonem svahu, a to rychleji než je tomu u délky svahu (JANEČEK a kol., 2007).

Hodnoty faktoru sklonu svahu (S) lze určit ze vztahu:

$$S = \frac{0,43 + 0,30s + 0,04s^2}{6,613}$$

kde: s sklon svahu (%) (JANEČEK a kol., 2002).

### 4.2.4 Faktor ochranného vlivu vegetace (C)

Vliv vegetace na ochranu půdy před vodní erozí má řadu aspektů. Na jedné straně chrání vegetace povrch půdy před vlivem dopadajících dešťových kapek, současně zpomaluje rychlost povrchového odtoku a zlepšuje pórovitost půdy a tudíž její infiltrační schopnost (SKLENIČKA, 2003).

Ochranné účinky vegetačního pokryvu jsou závislé na jeho hustotě a pokryvnosti v době nejčastějšího výskytu přívalových dešťů (vegetační období: duben – říjen) (POKLADNÍKOVÁ a TOMAN, 2005). Vegetací, která nejvíce odolává erozi, je zdravý les nebo dobře zapojený travní porost. Dále následuje skupina píceň, kde jsou zastoupeny jetel a vojtěška. Stále poměrně dobrou protierozní ochranu poskytují ozimé obilniny, pšenice nebo ječmen. Jarní obilniny a řepka ozimá chrání půdu před erozí již jen průměrně, ačkoliv se stále jedná o úzkořádkové plodiny, neboli plodiny, které se na pozemek vysévají v hustých řádcích. Nedostatečnou ochranu dávají všechny širokořádkové plodiny, jakou jsou brambory, kukuřice, cukrová řepa. Teoreticky největší eroze nastává na nechráněném pozemku bez vegetace (VLASÁK a BARTOŠKOVÁ, 2007).

Stupeň ochranného účinku plodin a jejich posklizňových zbytků rozdělili Wischmeier a Smith (1978) na pět období:

1. období podmítky a hrubé brázdy,
2. období od přípravy pozemku k setí do jednoho měsíce po zasetí nebo sázení,
3. období po dobu druhého měsíce od jarního nebo letního setí či sázení, u ozimu do 30. 4.,
4. období od konce třetího období do sklizně,
5. období strniště (JANEČEK a kol., 2002).

#### **4.2.5 Faktor účinnosti protierozních opatření (P)**

Nejméně účinným opatřením je konturové obdělávání podél vrstevnic. Účinnější je pásové pěstování plodin, kdy se na svahu střídají podél vrstevnic umístěné pásy plodin chránících půdu proti erozi nedostatečně s pásy víceletých píceňin nebo ozimých obilovin. Hrázkování (přerušované brázdování) se dobře uplatní v porostech bramborů, ale též v ovocných výsadbách a vinicích. Nejúčinnějším technickým protierozním opatřením je terasování, kdy svah výrazně ohrožený erozí se střídavě upraví vždy na nechráněný pruh půdy s malým nebo dokonce nulovým příčným sklonem a na svah terasového stupně s mimořádně vysokým sklonem, chráněný travním porostem, popřípadě v extrémních sklonech tvořený zdí (KVÍTEK a kol., 2006).

Jestliže na pozemku nejsou aplikována žádná protierozní opatření ani postupy, volí se faktor P roven 1 (VLASÁK a BARTOŠKOVÁ, 2007).

### **4.3 Kritéria**

Budou vybrána problémová místa, kde bude následně proveden výpočet. Dosazením hodnot do zmiňované rovnice bude zjištěna průměrná dlouhodobá roční ztráta půdy ze šetřených pozemků. Pokud vypočtená hodnota přesáhne přípustný smyv podle hloubky půdního profilu, bude patrné, že způsob využívání daného pozemku nebude zabezpečovat ochranu proti erozi. Bude tedy navrženo protierozní opatření vzhledem k ochraně půdy, jehož účinnosti bude nabyto změnou některého z faktorů rovnice a opětovným výpočtem přesvědčeno, zda navržené opatření bude dostatečné a bude zajišťovat pokles smyvu pod přípustné hodnoty. Výsledkem bude zamezení ztrát produkční schopnosti půd a zároveň ochránění zastavěné části obce před účinky povrchového odtoku prostřednictvím navržených opatření. Bude užito opatřeních proti vodní erozi mající charakter organizační, agrotechnický i technický.

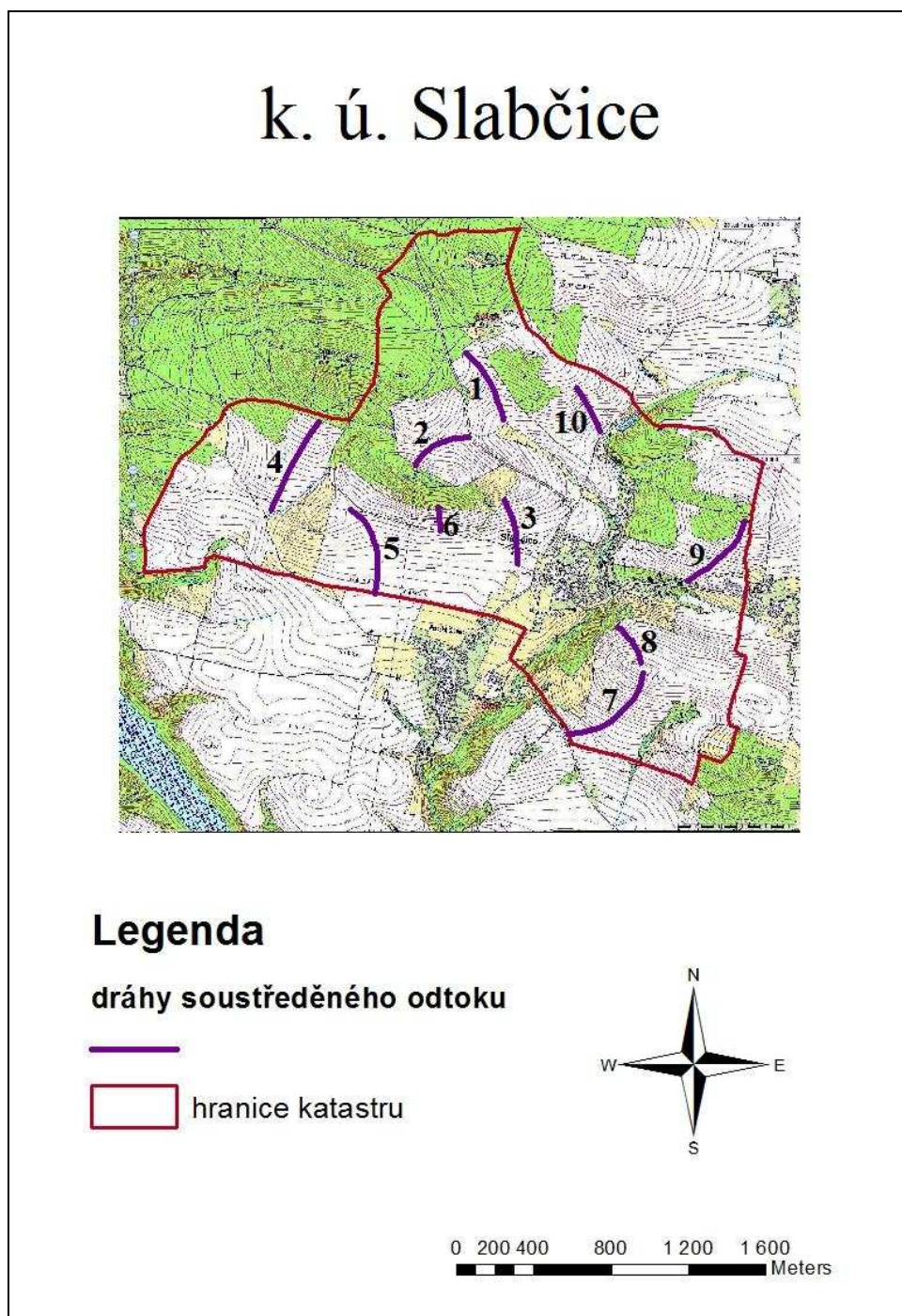
Zvolená protierozní opatření bude důležité posoudit i z finančního hlediska, kdy se postupuje od finančně i realizačně nejjednoduššího opatření (organizačního a agrotechnického) k technickému protieroznímu opatření.

Následná navržená protierozní opatření (vyjma ochranného zatravnění) by měla přejít do vlastnictví obce, případně státu, výjimečně pak i do soukromého vlastnictví.

Dosažené výsledky budou porovnány s výsledky vypracovaného plánu společných zařízení při KPÚ Slabčice.

## 5. Výsledky a diskuze

Pro účely výpočtu erozní ohroženosti území v řešeném katastrálním území bylo vytypováno deset odtokových drah, které jsou znázorněny v následujícím obr. č. 5 za pomoci programu ArcGIS, kdy podkladem byla mapa ZM 10. Odtokové dráhy byly vybrány s využitím mapových podkladů a výsledků terénních průzkumů tak, aby charakterizovaly míru erozního ohrožení daného území.



Obr. č. 5: Vyznačené odtokové dráhy v ZM 10

## 5.1 Faktor R

Pro hodnotu faktoru erozní účinnosti deště (R) byla zvolena hodnota 20. Jedná se o průměrnou hodnotu pro většinu území České republiky. Průměrná hodnota je použita z důvodu nezískání konkrétních hodnot pro místní podmínky.

V blízké budoucnosti se počítá se zvýšením průměrné hodnoty faktoru erozní účinnosti deště na hodnotu 40.

## 5.2 Faktor K

Hodnoty faktoru erodovatelnosti půdy (K) byly vymezeny za pomoci BPEJ. Pro zjištění hlavní půdní jednotky bylo užito mapy SMO-5 s vymezením BPEJ. Takto odvozené hlavní půdní jednotky posloužily, s pomocí tabulky: Faktor K vztažený k jednotkám základní půdní mapy KPP v měřítku 1 : 10 000 (1 : 5 000) a k hlavním půdním formám ekologicko-půdních (bonitačních) map v měřítku 1 : 5 000, ke zjištění hodnoty, která byla přiřazena faktoru K.

Nastala i situace, kdy navržené odtokové dráhy na předmětných pozemcích měly více kódů BPEJ. Podle zaujímání délky odtokové dráhy a velikosti pozemku se na vypočtení faktoru K v některých případech použilo váženého průměru.

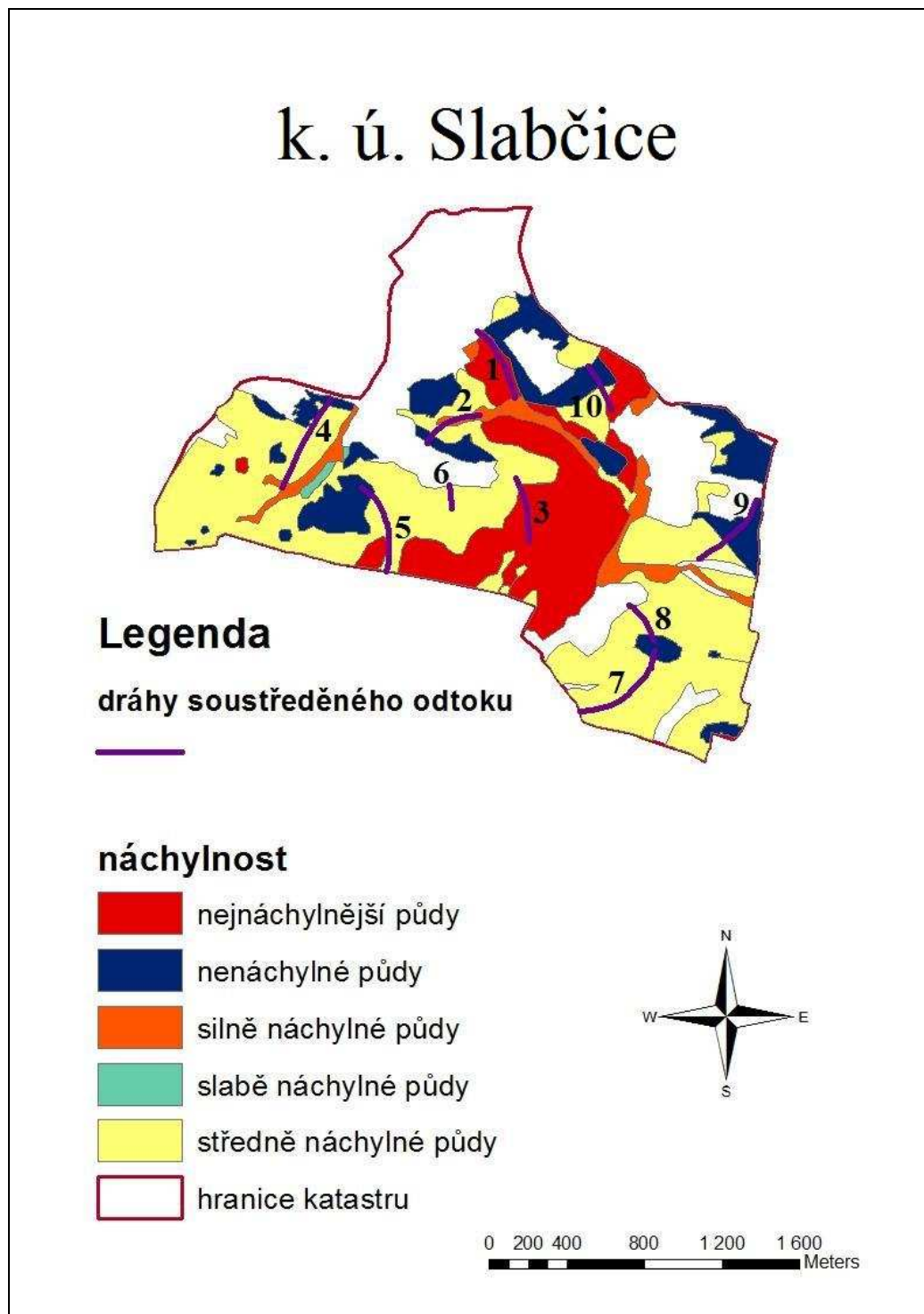
V následující tabulce jsou rozepsána rozmezí hodnot faktoru K podle kategorie náchylnosti půd.

Tab. č. 1: Kategorie náchylnosti půd k vodní erozi

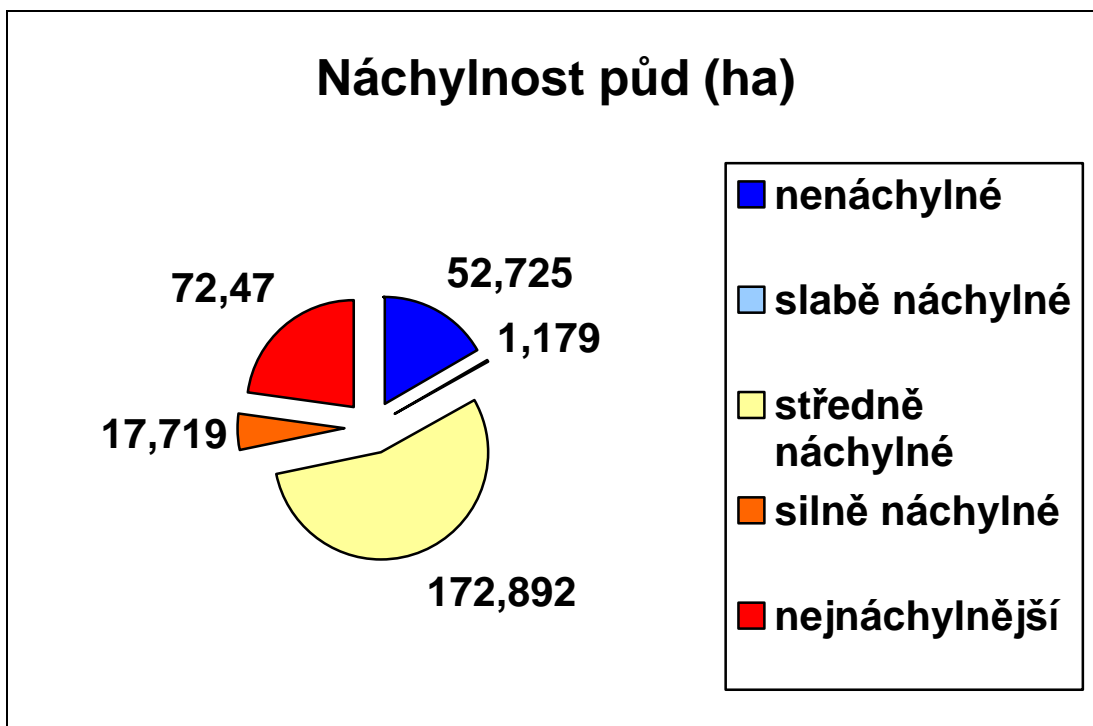
kategorie náchylnosti půd	hodnoty faktoru K
půdy nenáchylné	do 0,20
půdy slabě náchylné	0,20 – 0,30
půdy středně náchylné	0,30 – 0,40
půdy silně náchylné	0,40 – 0,50
půdy nejnáchylnější	nad 0,50

zdroj: [www.vumop.cz](http://www.vumop.cz)

Za pomoci geografických informačních systémů byly v programu ArcGIS zdigitalizovány plochy, v zájmovém území Slabčice podle náchylnosti půd. Výhodou tohoto podkladu je přehledná plošná lokalizace jednotlivých kategorií náchylnosti půd s vyznačením drah soustředěného odtoku.



Obr. č. 6: Zobrazené plochy dle náchylnosti půd



Graf č. 1: grafické znázornění velikosti ploch dle náchylnosti půd

Tento graf vyjadřuje zaujímání ploch v k. ú. Slabčice dle kategorií náchylnosti půd. Tyto číselné údaje byly získány programem ArcMap 10 po zdigitalizování jednotlivých ploch.

Z grafu vyplývá, že v území jsou nejvíce zastoupeny středně náchylné půdy rozprostírající se na ploše cca 173 ha. Varujícím signálem pro projev vodní eroze je součet ploch mající charakter nejnáchylnějších půd.

Pro zjištění konkrétních hodnot faktoru K bylo v tomto případě nutné znát HPJ. Pro přehled BPEJ v k. ú. Slabčice bylo vytvořeno v programu MicroStation obr. č. 7, kdy podkladem byla ortofotomapa.

Při vyčleňování BPEJ je důležitá charakteristika půdy, klimatu, reliéfu terénu a vláhového režimu daných zemědělských lokalit. Podle toho se odvíjí hodnota HPJ poskytující i rozdílný produkční a ekonomický výsledek.

Následující obr. č. 7 a SMO-5 s vymezením BPEJ posloužily k orientaci při zjišťování konkrétních BPEJ daných šetřených pozemků.



Obr. č. 7: Ortofotomapa s vyznačením BPEJ v k. ú. Slabčice

V následující tabulce se lze výpočtem přesvědčit o odpovídající hodnotě faktoru K podle BPEJ vzhledem ke kategorii náchylnosti půd k vodní erozi vytvořených v obr. č. 6.

Výsledné hodnoty budou použity do výpočtu průměrné dlouhodobé ztráty půdy ze šetřených pozemků.

Tab. č. 2: Výsledný faktor K

odtoková dráha	BPEJ	faktor K	váha faktoru	Ø
1	7.14.10	0,60	2/3	0,58
	7.32.14	0,20	1/3	
2	7.32.11	0,20	1/4	0,37
	7.29.11	0,21	1/4	
	7.47.00	0,39	2/4	
3	7.14.10	0,60	1/2	0,59
	7.43.00	0,58	1/2	
4	7.30.11	0,21	-	-
	7.29.11	0,21	-	
5	7.29.11	0,21	1/2	0,30
	7.50.01	0,39	1/2	
6	7.29.14	0,21	-	-
	7.29.11	0,21	-	
7	7.37.15	0,21	1/6	0,30
	7.29.11	0,21	2/6	
	7.50.11	0,39	3/6	
8	7.37.15	0,21	-	-
	7.29.11	0,21	-	
9	7.37.16	0,21	-	0,20
	7.32.14	0,20	-	
	7.32.41	0,20	-	
	7.32.14	0,20	-	
	7.29.14	0,21	-	
10	7.32.44	0,20	1/2	0,40
	7.14.10	0,60	1/2	



HPJ 14 představuje luvizemě modální, hnědozemě luvické včetně slabě oglejených na sprašových hlínách (prachovicích) nebo svahových (polygenetických) hlínách s výraznou eolickou příměsí, středně těžké s těžkou spodinou, s příznivými vláhovými poměry. HPJ 29 tvoří kambizemě modální eubazické až mezobazické včetně slabě oglejených variant, na rulách, svorech, fylitech, popřípadě žulách, středně těžké až středně těžké lehčí, bez skeletu až středně skeletovité, s převažujícími dobrými vláhovými poměry. HPJ 30 charakterizuje kambizemě eubazické až mezobazické na svahovinách sedimentárních hornin – pískovce, permokarbon, flyš, středně těžké lehčí, až středně skeletovité, vláhově příznivé až sušší. HPJ 32 reprezentuje kambizemě modální eubazické až mezobazické na hrubých zvětralinách, propustných, minerálních chudých substrátech, žulách, syenitech, granodioritech, méně ortorulách, středně těžké lehčí s vyšším obsahem grusu, vláhově příznivější ve vlhčím klimatu. HPJ 37 tvoří kambizemě litické, kambizemě modální, kambizemě rančerové a rankery modální na pevných substrátech bez rozlišení, v podorniči od 30 cm silně skeletovité nebo s pevnou horninou, slabě až středně skeletovité, v ornici středně těžké lehčí až lehké, převážně výsušné, závislé na srážkách. HPJ 43 představuje hnědozemě luvické, luvizemě oglejené na sprašových hlínách (prachovicích), středně těžké, ve spodině i těžší, bez skeletu nebo jen s příměsí, se sklonem k převlhčení. HPJ 47 tvoří pseudogleje modální, pseudogleje luvické, kambizemě oglejené na svahových (polygenetických) hlínách, středně těžké, ve spodině těžší až středně skeletovité, se sklonem k dočasnému zamokření. HPJ 50 charakterizuje kambizemě oglejené a pseudogleje modální na žulách, rulách a jiných pevných horninách, středně těžké lehčí až středně těžké, slabě až středně skeletovité, se sklonem k dočasnému zamokření.

### **5.3 Faktor L**

Pro zjištění faktoru délky svahu (L) bylo použito Základní mapy 1 : 10 000, do které byly zakresleny odtokové dráhy. Dráhy se změřily a tímto způsobem se získala jejich jednotlivá délka v metrech, která byla za pomoci tabulky dle Janečka (2002): Hodnoty faktoru délky svahu L pro přímé svahy, převedena na výsledný faktor L.

Tab. č. 3: Výsledný faktor L

odtoková dráha	délka (m)	faktor L
1	430	4,420
2	290	3,620
3	340	3,928
4	480	4,670
5	380	4,158
6	110	2,226
7	500	4,770
8	200	3,020
9	370	4,102
10	250	3,380

#### 5.4 Faktor S

Faktor sklonu svahu (S) byl též zjištěn s použitím Základní mapy 1 : 10 000 se zakreslenými odtokovými drahami. Vrstevnicemi se zjistilo převýšení, které bylo vynásobeno délkou odtokové dráhy v metrech, a tento součin byl dále vynásoben 100. Tímto vzorcem se získal sklon svahu v % a s pomocí tabulky, dle Janečka (2002): Hodnoty faktoru sklonu svahu S, byl převeden na použitý faktor S.

Tab. č. 4: Výsledný faktor S

odtoková dráha	I (%)	faktor S
1	6,5	0,635
2	7,6	0,784
3	7,1	0,714
4	7,9	0,826
5	6,3	0,609
6	18,2	3,046
7	10,0	1,170
8	13,0	1,750
9	10,8	1,314
10	12,8	1,710

## 5.5 Faktor LS

V následné tabulce je vyjádřena s pomocí hodnot topografického faktoru LS míra erozního ohrožení svahů.

Tab. č. 5: Kategorie svahů podle LS faktoru

kategorie	hodnoty LS faktoru	míra erozního ohrožení
1	1,0 a méně	svahy bez ohrožení
2	1,1 – 2,0	svahy náchylné
3	2,1 – 3,0	svahy mírně ohrožené
4	3,1 – 5,0	svahy ohrožené
5	5,1 – 10,0	svahy silně ohrožené
6	10,1 a více	svahy nejohroženější

zdroj: www.vumop.cz

Pro zjištění erozního ohrožení svahů podle topografického faktoru LS bylo použito vzorec:  $LS = l_d^{0,5} (0,0138 + 0,0097s + 0,00138s^2)$ . Za  $l_d$  se dosadila délka jednotlivých odtokových drah v metrech a za hodnotu  $s$  se dosadil sklon svahu v %.

Tab. č. 6: Vypočtený faktor LS

odtoková dráha	hodnoty LS faktoru	míra erozního ohrožení
1	2,8	svah mírně ohrožený
2	2,8	svah mírně ohrožený
3	2,8	svah mírně ohrožený
4	3,9	svah ohrožený
5	2,5	svah mírně ohrožený
6	6,8	svah silně ohrožený
7	5,6	svah silně ohrožený
8	5,3	svah silně ohrožený
9	5,4	svah silně ohrožený
10	5,8	svah silně ohrožený

Z tabulky vyplývá, že předmětné svahy v zájmovém území jsou převážně silně ohroženy vodní erozí. Dále je z výpočtu patrné, že některé svahy jsou mírně ohrožené. Je tedy zřejmé, že území je ohrožené působením vodní eroze.

## 5.6 Faktor C

Pro výpočet ochranného vlivu vegetace (C) jsou v tab. č. 8 rozepsána jednotlivá období vývoje plodiny s přiřazením odpovídajícího kalendářního období, aby byla možnost při výpočtu uplatnit rozdělení faktoru R v průběhu vegetačního období, které je uvedené v následující tabulce č. 7.

Tab. č. 7: Průměrné rozdělení faktoru R do měsíců vegetačního období v ČR

měsíc	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen
% R	0,5	10,0	23,0	32,0	27,0	7,0	0,5

zdroj: (JANEČEK a kol., 2007)

Tab. č. 8: Období vývoje plodiny

Období vývoje plodiny	Období kalendářní
1. období - podmínky a hrubé brázdy	od 1. 8. do 20. 8.
2. období - od přípravy pozemku k setí do prvního měsíce po zasetí	od 21. 8. do 30. 9.
3. období - po dobu druhého měsíce od jarního nebo letního setí/sázení, u ozimů do 30. 4.	od 1. 10. do 30. 4.
4. období - od konce třetího období do sklizně	od 1. 5. do 20. 7.
5. období - strniště	od 21. 7. do 31. 7.

zdroj: (JANEČEK a kol., 2005)

V prvním období je faktor vysoký, ale nedosahuje nejvyšších hodnot. Ve druhém období, kdy je pozemek urovnaný a téměř bez vegetačního krytu, se stává ohroženým. Třetí období, tj. období, kdy vegetační kryt je neúplný (částečný), a tak klade erozi malé překážky. Ve čtvrtém období je funkce plodiny nejvyšší, je to období plné vegetace, kdy voda ze srážek stéká po vegetaci. Páté období probíhá od sklizně do začátku prvního období další plodiny.

V zájmovém území je používán 5-honný osevní postup:

1. kukuřice
2. obilnina
3. řepka
4. obilnina
5. obilnina

Při zjištění pěstovaných plodin a následného osevního postupu bylo použito k výpočtu faktoru C daných plodin programu ERCN. Program ERCN nabízí zpracování výpočtů potřebných k projektování protierozních opatření.

Kritérii v programu ERCN pro získání výpočtu v tab. č. 9 bylo zvoleno:

použitá agrotechnika → setí do zorané půdy,

výnos (q/ha) → 20 – 40,

povrch → sláma sklizena.

Tab. č. 9: Výpočet faktoru C pro obilniny se zaměřením v OP po obilninách

Období vývoje plodiny	R – faktor	C – faktor	Rozdělení C – faktoru
1.	0,2006	0,650	0,1304
2.	0,1304	0,700	0,0912
3.	0,0090	0,450	0,0041
4.	0,5457	0,080	0,0437
5.	0,1143	0,250	0,0286
			<b>C – faktor plodiny 0,30</b>

Pro výpočet obilnin, které v OP následují po širokořádkové plodině (kukuřici), bylo použito kritérií:

použitá agrotechnika → setí do zorané půdy,

výnos (q/ha) → 20 – 40,

povrch → sláma sklizena.

Tab. č. 10: Výpočet faktoru C pro obilniny se zaměřením v OP po kukuřici

Období vývoje plodiny	R – faktor	C – faktor	Rozdělení C – faktoru
1.	0,2006	0,70	0,1405
2.	0,1304	0,80	0,1043
3.	0,0090	0,50	0,0045
4.	0,5457	0,08	0,0437
5.	0,1143	0,25	0,0286
			<b>C – faktor plodiny 0,32</b>

Za pomoci programu ERCN pro výpočet faktoru C plodiny kukuřice byla zvolena kritéria odvozená od současného pěstování této plodiny:

zaměření v OP → sláma předplodiny sklizena,

použitá agrotechnika → seté do zorané půdy,

výnos (q/ha) → 20 – 40,

povrch → sláma sklizena.

Tab. č. 11: Výpočet faktoru C pro kukuřici

Období vývoje plodiny	R – faktor	C – faktor	Rozdělení C – faktoru
1.	0,2006	0,70	0,1405
2.	0,1304	0,90	0,1173
3.	0,0090	0,70	0,0063
4.	0,5457	0,35	0,1910
5.	0,1143	0,70	0,0800
			<b>C – faktor plodiny 0,54</b>

Dále je v oblasti pěstována ozimá řepka, která je plodinou zlepšující. Ozimá řepka proto v osevním postupu následuje po jařině, kdy obilniny jsou plodiny zhoršující. V následné tab. č. 12 je pro tuto plodinu proveden výpočet.

Tab. č. 12: Výpočet faktoru C pro ozimou řepku

Období vývoje plodiny	R – faktor	C – faktor	Rozdělení C – faktoru
1.	0,2080	0,65	0,1352
2.	0,1230	0,70	0,0861
3.	0,0090	0,45	0,0041
4.	0,5520	0,08	0,0442
5.	0,1080	0,25	0,0270
			<b>C – faktor plodiny 0,30</b>

Hodnoty faktoru C těchto plodin budou použity pro výpočet celkového faktoru C, který se dosadí do univerzální rovnice ztráty půdy.

$$C = \frac{0,54 + 0,32 + 0,30 + 0,30 + 0,30}{5} = \mathbf{0,35}$$

Pozemek s odtokovou dráhou č. 9 je kulturou TTP, hodnota faktoru C je **0,005**.

## 5.7 Výpočet erozního smyvu

Dosažením odpovídajících hodnot faktorů šetřených pozemků v k. ú. Slabčice do univerzální rovnice, se určila dlouhodobá průměrná ztráta půdy vodní erozí.

Přípustná ztráta půdy byla stanovena podle hloubky půdního profilu, kdy přípustný smyv je tolerován 4 t .ha<sup>-1</sup>.rok<sup>-1</sup>.

K určení stupně reálné ohroženosti pozemků vodní erozí u středně hlubokých půd je možno využít následujících kritérií v tab. č. 13.

Tab. č. 13: Stupně erozního ohrožení

stupně erozního ohrožení	středně hluboké půdy s limitem 4 t .ha <sup>-1</sup> .rok <sup>-1</sup>
1 – mírné	≤ 4,0
2 – zvýšené	4,1 – 8,0
3 – vysoké	8,1 – 12,0
4 – velmi vysoké	> 12

zdroj: (PODHRÁZSKÁ a kol., 2009)

Tab. č. 14: Výpočet erozního smyvu půdy v k. ú. Slabčice

Odtoková dráha	Erozní faktory						Vypočtený smyv (t .ha <sup>-1</sup> .rok <sup>-1</sup> )
	R	K	L	S	C	P	
1	20	0,58	4,420	0,635	0,350	1	<b>11,4</b>
2	20	0,37	3,620	0,784	0,350	1	<b>7,4</b>
3	20	0,59	3,928	0,714	0,350	1	<b>11,6</b>
4	20	0,21	4,670	0,826	0,350	1	<b>5,7</b>
5	20	0,30	4,158	0,609	0,350	1	<b>5,3</b>
6	20	0,21	2,226	3,046	0,350	1	<b>10,0</b>
7	20	0,30	4,770	1,170	0,350	1	<b>11,7</b>
8	20	0,21	3,020	1,750	0,350	1	<b>7,8</b>
9	20	0,20	4,102	1,314	0,005	1	0,1
10	20	0,40	3,380	1,710	0,350	1	<b>16,2</b>

Vypočtený roční smyv z předmětných pozemků byl porovnán s limitní hodnotou smyvu.

Výpočty kvantifikují míru erozního ohrožení daných pozemků. Z tabulky vyplývá, že v řešeném území bylo zjištěno nebezpečí projevu vodní eroze u devíti pozemků, vyjma pozemku s odtokovou dráhou č. 9. Je nutné proto navrhnout vhodné protierozní opatření, které vychází z erozního rizika území, a provést opětovný výpočet.

Překročení přípustného ročního smyvu dosáhlo největší hodnoty u odtokové dráhy č. 10, kdy byl překročen limit o 12 t .ha<sup>-1</sup>.

Dosažení takovýchto hodnot je dáno především vysokým faktorem C, kdy v území je pěstována kukuřice. Vyšší hodnota faktoru C se odvíjí také od nedostatečného zastoupení jetelovin v osevním postupu.

Po překročení tolerovaného přípustného smyvu půdy bylo navrženo následujících protierozní opatření:

- u odtokové dráhy č. 1 zatravnění údolnice, kdy za hodnotu faktoru C se dosadí 0,005



- u odtokové dráhy č. 2 protierozní osevní postup se zastoupením jetelovin a setím kukuřice do obilní slámy

OP byl navržen 6-honný:

1. jetel
2. obilovina
3. kukuřice
4. obilovina
5. řepka
6. obilovina

Protierozní pěstování kukuřice spočívá v ponechání předplodiny, tedy obilniny, na povrchu půdy. Kukuřice bude vyseta do ponechaného strniště a slámy.

Pro následující výpočty v tab. č. 15 a č. 16 je použito programu ERCN.

Tab. č. 15: Výpočet faktoru C s protierozním pěstováním kukuřice

Období vývoje plodiny	R – faktor	C – faktor	Rozdělení C – faktoru
1.	0,2006	0,04	0,0080
2.	0,1304	0,04	0,0052
3.	0,0090	0,04	0,0004
4.	0,5457	0,10	0,0546
5.	0,1143	0,20	0,0229
<b>C – faktor plodiny 0,09</b>			

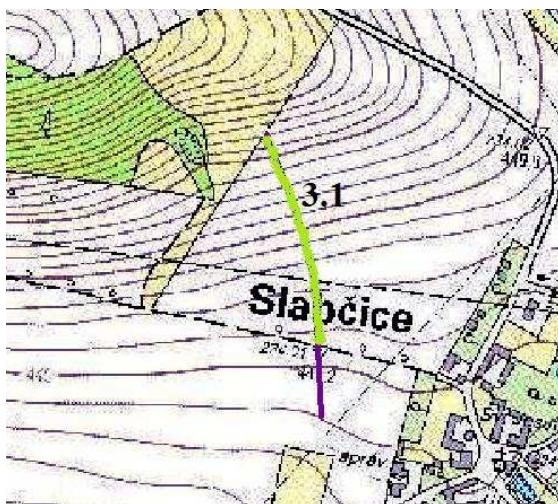
Tab. č. 16: Výpočet faktoru C pro obilniny zaměřené v OP po jeteli

Období vývoje plodiny	R – faktor	C – faktor	Rozdělení C – faktoru
1.	0,2006	0,02	0,0040
2.	0,1304	0,02	0,0026
3.	0,0090	0,02	0,0002
4.	0,5457	0,02	0,0109
5.	0,1143	0,02	0,0023
<b>C – faktor plodiny 0,02</b>			

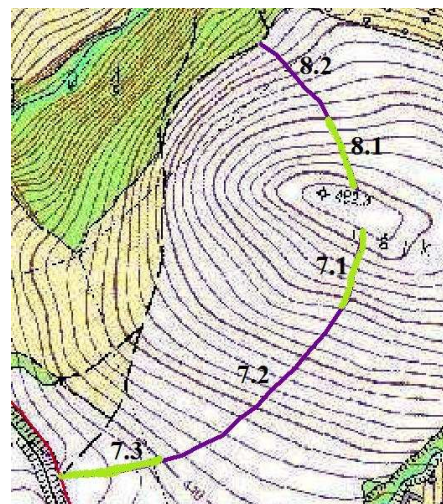
Hodnota faktoru C pro jetel je celoroční,  $C = 0,015$ . Dosazení nově zjištěných hodnot pro výpočet celkového faktoru C je následující:

$$C = \frac{0,015 + 0,02 + 0,09 + 0,32 + 0,30 + 0,30}{6} = \mathbf{0,17}$$

- u odtokové dráhy č. 3 bylo navrženo ochranné zatravnění nejsvažitéjší části lokality, kdy zatravněním se zkrátí odtoková dráha (obr. č. 8) a následně bylo navrženo použít protierozní příkop
- u odtokové dráhy č. 4 protierozní pěstování plodin podle výše zmiňovaného OP, kdy faktoru C připadne hodnota 0,17
- u odtokové dráhy č. 5 bylo navrženo aplikovat tentýž protierozní OP
- u odtokové dráhy č. 6 ochranné zatravnění a protierozní příkop
- u odtokové dráhy č. 7 ochranné zatravnění nejsvažitéjší části lokality a zatravnění údolnice (obr. č. 9) a aplikovat protierozní OP
- u odtokové dráhy č. 8 ochranné zatravnění nejsvažitéjší části lokality (obr. č. 9) a aplikovat protierozní OP
- u odtokové dráhy č. 10 bylo navrženo zatravnění údolnice



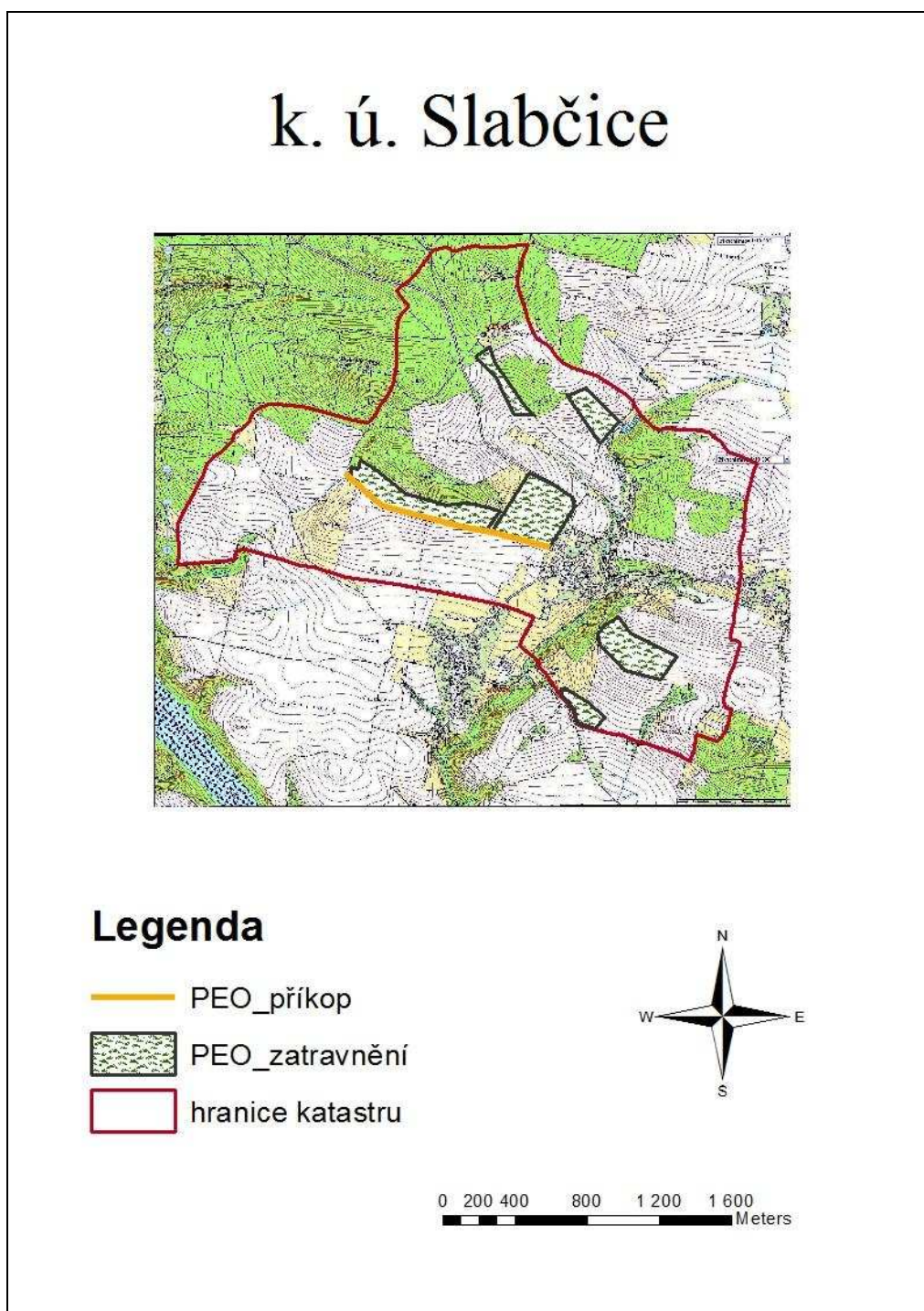
Obr. č. 8: Odtoková dráha č. 3.1



Obr. č. 9: Odtokové dráhy č. 7 a 8

Po navržutí výše zmiňovaných protierozních opatření a zjištění jejich účinnosti bude provedeno opětovného výpočtu, kterým se zjistí, zda se snížilo riziko erozního ohrožení.

Navrhnutá protierozní opatření charakteru organizačního a technického jsou zakreslena v obr. č. 10, kdy tento výstup byl vytvořen v programu ArcGIS.



Obr. č. 10: Organizační a technická PEO

Následující tab. č. 17 ukazuje hodnotu vypočteného smyvu po realizaci protierozních opatření, kdy tolerující hodnota přípustného smyvu je  $4 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ .

Tab. č. 17: Výpočet erozního smyvu v k. ú. Slabčice s návrhem PEO

Odtoková dráha	Erozní faktory						Vypočtený smyv ( $\text{t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ )
	R	K	L	S	C	P	
1	20	0,58	4,420	0,635	0,005	1	0,2
2	20	0,37	3,620	0,784	0,170	1	3,6
3.1	20	0,60	3,020	1,000	0,005	1	0,2
4	20	0,21	4,670	0,826	0,170	1	2,8
5	20	0,30	4,158	0,609	0,170	1	2,6
6	20	0,21	2,226	3,046	0,005	1	0,1
7.1	20	0,21	2,130	1,970	0,005	1	0,1
7.2	20	0,21	3,680	1,170	0,170	1	3,1
7.3	20	0,39	2,130	0,570	0,005	1	0,0
8.1	20	0,21	2,130	1,550	0,005	1	0,1
8.2	20	0,21	2,130	1,970	0,170	1	3,0
10	20	0,40	3,380	1,710	0,005	1	0,2

Z tabulky vyplývá, že navržená protierozní opatření jsou účinná, jelikož došlo ke snížení přípustného smyvu půdy pod hranici  $4 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ . Snížení množství povrchového odtoku v intenzivně zemědělsky využívaných lokalit je dáno navrženým zatravněním svažitých pozemků a výrazných údolnic soustředující odtok srážkových vod. Účinnost tohoto opatření se projevila snížením faktoru C na hodnotu 0,005.

## 5.8 Zhodnocení

Jak už bylo zmíněno v kapitole 5.1 Faktor R, kdy se v nadcházející době bude počítat s vyšší hodnotou pro faktor erozní účinnosti deště než doposud, budou výpočty erozního smyvu dosahovat vyšších hodnot.

Posoudí-li se účinnost protierozních opatření vzhledem k ochraně půdy, má nejvyšší účinnost ochranné zatravnění, které patří mezi organizační protierozní

opatření. Tímto opatřením nedochází dále na takovýchto plochách k nežádoucímu eroznímu smyvu. Toto opatření nelze uplatnit na veškeré orné půdě, a proto bylo zvoleno agrotechnického opatření. Mezi navrhovaná agrotechnická protierozní opatření byla zvolena protierozní technologie pěstování kukuřice, a to setí do strniště a obilní slámy, protože kukuřice je plodina neposkytující dostatečnou protierozní ochranu půdy. Pro účinnost protierozních opatření byl navržen protierozní osevní postup, ve kterém se uplatnily jeteloviny a výše zmiňované protierozní pěstování kukuřice. Je i kladen důraz na způsob obdělávání, počínaje orbou, přes setí a všechny kultivační práce až po sklizňové práce, kdy by měla být dodržena zásada provádění agrotechnických operací vždy ve směru vrstevnic, nanejvýše s malým odklonem od tohoto směru.

Z technických opatření byl kromě zatravnění údolnic navržen protierozní příkop. Tento příkop se bude táhnout podél polní cesty pod odtokovými drahami č. 3.1 a č. 6. Tento příkop je vytvořen jako menší umělé koryto sloužící k odvádění povrchové vody a erozního smyvu z výše ležících pozemků a zabrání zanášení polní cesty. Tímto bude chránit níže ležící pozemky. Příkop bude zaústěn do vodoteče v blízkosti odtokové dráhy č. 4. Při navrhování profilu a sklonu příkopu se dbá na schopnost odvést návrhový kulminační průtok s pravděpodobností výskytu alespoň jedenkrát za deset let. Výpočet potřebného sedimentačního prostoru v příkopu vyplývá z velikosti sběrného území, smyvu půdy a charakteristik koryta.

Co se týče finanční náročnosti, tak nejnadhěji realizovatelná jsou opatření charakteru ochranného zatravnění. Dále jsou to poznamenaná agrotechnická protierozní opatření. Mezi nejnákladnější protierozní opatření patří opatření technického charakteru.

Navržená protierozní opatření přejdou do vlastnictví obce, kromě trvale zatravněných erozně ohrožených lokalit. Tyto zatravněné lokality přejdou do soukromého vlastnictví.

## 5.9 Porovnání výsledků s KPÚ Slabčice

16. února 2007 byla na podnět žádostí vlastníků zahájena KPÚ v k. ú. Slabčice, okres Písek.

Zadavatelem KPÚ byl Pozemkový úřad Písek, který mi poskytl Plán společných zařízení projektovaný firmou LANDservis České Budějovice. PSZ byl zhotoven v červnu 2010.

Zpracovaný plán společných zařízení vycházel z územně plánovací dokumentace, z vyhodnocení podkladových materiálů orgánů státní správy a připomínek dotčených organizací, dále z poznatků terénního šetření a námětů vlastníků. Plán společných zařízení navazoval na zpracované etapy KPÚ – Dokumentace o řízení o pozemkových úpravách a Rozbor současného stavu.

Katastrální území Slabčice leží na výměře 438 ha. V řešeném území se vyskytují roztroušené lesní pozemky. Na celé k. ú. připadá téměř 112 ha lesních pozemků, což činí téměř 1/4 rozlohy celého katastru.

Obvod pozemkové úpravy tvoří katastrální hranice k. ú. Slabčice. Z obvodu byly vyloučeny pouze zastavěné části obce a rozsáhlé lesní komplexy. Obvod KPÚ dosahuje výměry 310 ha. V rámci obvodu KPÚ byly do neřešených pozemků zařazeny zastavěné plochy mimo současně zastavěnou část obce, u nichž byla pouze upřesněna výměra a identifikace druhu pozemku na základě terénního šetření.

Během zpracování KPÚ nedošlo k žádné změně katastrální hranice.

### Opatření k ochraně půdy při vypracovaném PSZ

Na posouzení erozní ohroženosti byla též použita univerzální rovnice Wischmeiera a Smithe pro výpočet průměrné dlouhodobé ztráty půdy z pozemků.

Dosazované hodnoty jednotlivých faktorů vycházející z PSZ:

- za hodnotu faktoru R byla dosazena hodnota 20,
- faktor K byl stanoven z kódů BPEJ,
- faktory L a S se odvíjí od délky a sklonu svahu,
- faktor C byl stanoven v hodnotě 0,18 na základě modelového OP, který obsahuje také širokořádkovou plodinu (kukuřici),
- s faktorem P nelze v řešeném území počítat, proto je hodnota faktoru  $P = 1$  a nemá tudíž žádný vliv na výpočet ohrožení pozemků vodní erozí.

Výpočet byl prováděn na odtokových drahách I. – XIII., které jsou zobrazeny v příloze č. 3.

V následné tab. č. 18 je ukázán výpočet erozního smyvu dle PSZ. Pro přehled budou dosažené a vypočtené hodnoty v PSZ, které byly obsaženy v kapitole k ochraně půdy, porovnány s tab. č. 14, jelikož některé zjištěné odtokové dráhy se shodovaly.

Tab. č. 18: Výpočet erozního smyvu půdy v k. ú. Slabčice dle PSZ

Odtoková dráha	Erozní faktory					Vypočtený roční smyv (t .ha <sup>-1</sup> )	Přípustný roční smyv (t .ha <sup>-1</sup> )
	R	K	L	S	C		
I.	20	0,61	4,51	0,60	0,15	4,94	4,00
II.	20	0,35	3,92	0,79	0,15	3,26	4,00
III.	20	0,32	4,14	1,17	0,15	4,65	4,00
IV.	20	0,60	6,65	0,54	0,11	4,71	4,00
V.	20	0,45	5,50	0,72	0,14	5,02	4,00
VI.	20	0,43	6,79	0,34	0,17	3,40	4,00
VII.	20	0,33	4,85	0,80	0,18	4,60	4,00
VIII.	20	0,34	5,38	0,39	0,18	2,55	4,00
IX.	20	0,33	4,85	0,98	0,18	5,62	3,90
X.	20	0,34	3,29	1,17	0,18	4,71	3,50
XI.	20	0,34	5,12	0,51	0,14	2,50	2,70
XII.	20	0,30	4,09	1,52	0,05	1,87	4,00
XIII.	20	0,32	4,20	0,80	0,18	3,86	2,10

U drah soustředěného odtoku č. I., III., IV., V., VII., X. a XIII. bylo jako protierozní opatření navrženo zatravnění nejsvažitéjší části lokalit, zatravnění údolnice nebo zatravnění lokality mělké půdy. Funkci protierozního opatření plní pro odtokové dráhy IV. a V. protipovodňový svodný průleh (lokalita 2.2). U odtokové dráhy IX. byly navrženy protierozní meze s řízeným odtokem, které výrazně zkracují délku svahu a tím příznivě ovlivňují faktor L. Snížení odnosu půdy po protierozních opatření na přípustnou mez dokládá tab. č. 19.

Tab. č. 19: Výpočet erozního smyvu půdy v k. ú. Slabčice s návrhem protierozních opatření dle PSZ

Odtoková dráha	Erozní faktory					Vypočtený roční smyv (t .ha <sup>-1</sup> )	Přípustný roční smyv (t .ha <sup>-1</sup> )
	R	K	L	S	C		
I.	20	0,61	4,51	0,60	0,05	1,64	4,00
III.	20	0,32	4,14	1,17	0,05	1,55	4,00
IV.A	20	0,60	4,51	0,72	0,10	3,88	4,00
IV.B	20	0,60	4,89	0,23	0,18	2,43	4,00
V.A	20	0,45	3,80	1,06	0,11	3,99	4,00
V.B	20	0,45	3,98	0,35	0,18	2,26	4,00
VII.	20	0,33	4,85	0,80	0,13	3,32	4,00
IX.A	20	0,33	1,65	1,83	0,05	1,00	2,50
IX.B	20	0,33	2,85	1,17	0,18	3,96	4,00
IX.C	20	0,33	3,43	0,69	0,18	2,81	4,00
X.	20	0,34	3,29	1,17	0,10	2,62	3,20
XIII.	20	0,32	4,20	0,80	0,08	1,72	2,10

Vzhledem k výši ročního smyvu pro osevnický postup bylo doporučeno v odtokových drahách č. III., V.A, VI., IX.B a X. nepěstovat širokořádkové plodiny. Erozní smyv u odtokové dráhy č. XI., který se blíží přípustnému smyvu, je řešen v rámci PSZ v k. ú. Nemějice (zatravnění lokality s výskytem mělké půdy).

### Porovnání

Značné rozdíly nastaly v hodnotách faktoru C. Za faktor C bylo mnou dosazeno při zjištění osevnického postupu hodnoty 0,35. LANDservis užil hodnot v rozmezí 0,11 – 0,18. Pozemky kulturou TTP s odtokovými drahami měly hodnotu C faktoru 0,05. Hodnota mnou dosazená k odtokové dráze na pozemku s kulturou TTP byla C = 0,005. Hodnota 0,005 k této kultuře je definována např. ve vydaných publikacích Ochrana zemědělské půdy před erozí od M. Janečka a i v programu ERCN.

Další výrazné rozdíly se projeví v hodnotách dosazovaných za faktor K. Mnou zjištěný faktor K dosahoval i nižších hodnot a to 0,20 a 0,21. Např. zjištěná



hodnota faktoru  $K$  pro odtokovou dráhu č. 8 připadla 0,21. LANDservis s totožnou odtokovou dráhou č. X. dosadil za faktor  $K$  hodnotu 0,34.

Co se týče zvolených protierozních opatření, některé shody nastaly v navrhovaných lokalitách určených pro zatravnění. U agrotechnického protierozního opatření bylo mnou navrženo ochranné pěstování kukuřice. LANDservis navrhnul v některých lokalitách tuto plodinu do osevního postupu nezařazovat.

## 6. Závěr

Eroze půdy je přírodní proces, jehož intenzitu lze významně omezit prostřednictvím protierozních opatření v rámci KPÚ. Při uplatnění protierozní ochrany, která je nejběžnější součástí plánu společných zařízení, lze umožnit trvalé využívání půdy k pěstování zemědělských plodin, převážně erozně náchylných.

Agrotechnická protierozní opatření ale nemohou zaručit trvalou změnu způsobu využívání a ochrany půdy. Slouží především jako doporučení pro zemědělce. Návrhy na protierozní ochranu půdy formou změny technologie rostlinné výroby a osevních postupů nelze vnímat jako závazná a účinná opatření, protože v praxi je především daná jejich účinnost na vůli hospodařícího subjektu. Ale věřím, že i ony využívají těchto návrhů a opatření, protože hledí na své výnosy.

Navrhnutá protierozní ochrana je důležité opatření sloužící k přerušení povrchového odtoku na svahu, odvedení povrchového odtoku mimo svah a k omezení podmínek pro lokální soustředění povrchového odtoku v členitém území (dráhy soustředěného odtoku v údolnicích).

Při návrhu protierozní ochrany se hledí na naléhavost a ekonomickou náročnost, ale hlavním kritériem při výběru je její účelnost a funkčnost.

KPÚ jsou účinným nástrojem při obnově produkčních a ekologických funkcí krajiny, protože jejich prostřednictvím je možné realizovat opatření, která by byla jinak obtížně uskutečnitelná. Plán společných zařízení musí zohledňovat i širší územní vazby, možnosti a limity území a podmínky hospodaření. Celá koncepce návrhu PSZ však musí vést k tomu, aby byli vlastníci a uživatelé půdy usměřováni ve svém hospodaření k podpoře účinnosti ochranných opatření. Pozemkové úpravy tímto chrání majetek pro další generace.

## 7. Použitá literatura

*Atlas podnebí Česka*. Vyd. 1. Praha : Český hydrometeorologický ústav; Olomouc : Univerzita Palackého, 2007. 255 s. ISBN 978-80-86690-26-1, ISBN 978-80-244-1626-7.

Agroprojekt Praha. *Protierozní ochrana zemědělských pozemků : Typizační směrnice*. Vyd. 2. Praha : Státní zemědělské nakladatelství, 1987. 129 s.

BAKER, C.J.; SAXTON, K.E.; RITCHIE, W.R. *No-tillage seeding : Science and practice*. Wallingford : CABI, 1996. 258 s. ISBN 0851991033.

BUMBA, J. *České katastry od 11. do 21. století*. Vyd. 1. Praha : Grada Publishing, a. s., 2007. 192 s. ISBN 978-80-247-2318-1.

BUZEK, L. *Eroze půdy*. Vyd. 1. Ostrava : Pedagogická fakulta, 1983. 257 s.

DEMEK, J.; BALATKA, B.; CZUDEK, T.; LÁZNIČKA, Z.; LINHART, J.; LOUČKOVÁ, J.; PANOŠ, V.; RAUŠER, J.; SEICHTEROVÁ, H.; SLÁDEK, J.; STEHLÍK, O.; ŠTENCL, O.; VLČEK, V. *Geomorfologie českých zemí*. Vyd. 1. Praha : Nakladatelství Československé akademie věd, 1965. 336 s.

DUFKOVÁ, J.; TOMAN, F. Stanovení vlivu klimatických podmínek na větrnou erozi ve vybraných oblastech jižní Moravy. *Soil and Water*. 2005, 4, s. 16-21. ISSN 1213-8673.

DUMBROVSKÝ, M.; MEZERA, J.; STEJSKALOVÁ, D.; PIVCOVÁ, J.; SPITZ, P.; PAVLÍK, M.; STRÍTECKÝ, L.; MAZÍN, V. *Metodický návod pro pozemkové úpravy a související informace*. Vyd. 1. Praha : Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy Praha, 2000. 189 s. ISSN 1211-3972.

DUMBROVSKÝ, M. *Pozemkové úpravy*. Vyd. 1. Brno : AKADEMICKÉ NAKLADATELSTVÍ CERM, s.r.o. Brno, 2004. 263 s. ISBN 80-214-2668-3.

DUMBROVSKÝ, M.; MEZERA, J.; STRÍTECKÝ, L. *Metodický návod pro pozemkové úpravy a související informace II*. Brno : Českomoravská komora pro pozemkové úpravy, 2004. 264 s.

GALLO, P. Plán společných zařízení a jeho autorizace. Standardy Plánu společných zařízení. *Pozemkové úpravy : Specializovaný vědecko-technický časopis pro pozemkové úpravy a navazující obory*. Listopad 2009, 17, 69, s. 39-40. ISSN 1214-5815.

HEJDUK, S.; KASPRZAK, K. Příspěvek k návrhům šířky ochranných zatravněných pásů. *Soil and Water*. 2005, 4, s. 30-35. ISSN 1213-8673.

HOLÝ, M. *Eroze a životní prostředí*. Vyd. 1. Praha : Vydavatelství ČVUT, 1994. 383 s. ISBN 80-01-01078-3.

HOVORKA, V., a kol. *Projektová příprava protierozních opatření*. Praha : Výzkumný ústav pro zúrodnění zemědělských půd Praha, 1990. 28 s.

HŮLA, J.; JANEČEK, M.; KOVAŘÍČEK, P.; BOHUSLÁVEK, J. *Agrotechnical Erosion Control Measures*. Vyd. 1. Praha : Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, 2005. 48 s. ISBN 80-239-5108-4.

HŮLA, J.; JANEČEK, M.; KOVAŘÍČEK, P.; BOHUSLÁVEK, J. *Agrotechnická protierozní opatření*. Praha : Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy Praha, 2003. 48 s. ISBN 1211-3972.

JAKUBLÍKOVÁ, A.; VÁŠKA, J. RUSLE - Modernizovaný postup stanovení ohroženosti půd vodní erozí. *Soil and Water*. 2005, 4, s. 36-46. ISSN 1213-8673.

JANEČEK, M.; BEČVÁŘ, M.; BOHUSLÁVEK, J.; DUFKOVÁ, J.; DUMBROVSKÝ, M.; DOSTÁL, T.; HŮLA, J.; JAKUBÍKOVÁ, A.; KADLEC, V.; KRÁSA, J.; KUBÁTOVÁ, E.; NOVOTNÝ, I.; PODHRÁZSKÁ, J.; TIPPL, M.; TOMAN, F.; VOPRAVIL, J.; VRÁNA, K. *Ochrana zemědělské půdy před erozí : Metodika*. Vyd. 1. Praha : Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i., 2007. 76 s. ISBN 978-80-254-0973-2.

JANEČEK, M.; BOHUSLÁVEK, J.; DUMBROVSKÝ, M.; GERGEL, J.; HRÁDEK, F.; KOVÁŘ, P.; KUBÁTOVÁ, E.; PASÁK, V.; PIVCOVÁ, J.; TIPPL, M.; TOMAN, F.; TOMANOVÁ, O.; VÁŠKA, J. *Ochrana zemědělské půdy před erozí*. Vyd. 1. Praha : ISV nakladatelství, 2002. 201 s. ISBN-85866-85-8.

JANEČEK, M.; BOHUSLÁVEK, J.; DUMBROVSKÝ, M.; GERGEL, J.; HRÁDEK, F.; KOVÁŘ, P.; KUBÁTOVÁ, E.; PASÁK, V.; PIVCOVÁ, J.; TIPPL, M.; TOMAN, F.; TOMANOVÁ, O.; VÁŠKA, J. *Ochrana zemědělské půdy před erozí*. Vyd. 2. Praha : ISV nakladatelství, 2005. 195 s. ISBN 80-86642-38-0.

JANEČEK, M.; VÁŠKA, J.; HŮLA, J.; KOVÁŘ, P.; DUMBROVSKÝ, M.; DOSTÁL, T.; PODHRÁZSKÁ, J.; TOMAN, F.; PIVCOVÁ, J.; VOPRAVIL, J.; BOHUSLÁVEK, J. *Základy erodologie*. Praha : Česká zemědělská univerzita v Praze, 2008. 165 s. ISBN 978-80-213-1842-7.

JANEČEK, M. Ochrana intravilánu před povrchovým odtokem. In Kolektiv. *Protierozní ochrana zemědělských půd*. Vyd. 1. Praha : ČV zemědělská společnost ČSVTS, 1987. s. 144.

JANEČEK, M. *Ochrana zemědělské půdy před erozí : Realizační výstup státního úkolu P 06-329-813-06*. Praha : Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, 1992. 110 s. ISSN 0231-9470.

JANEČEK, M. *Vliv eroze půdy na znečištění povrchových vod : Studijní zpráva*. Praha : Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, 1978. 72 s.

JONÁŠ, F.; DOBIÁŠ, J.; KARLUBÍKOVÁ, E.; URBANOVÁ, M. *Pozemkové úpravy*. Vyd. 1. Praha : Státní zemědělské nakladatelství, 1990. 512 s. ISBN 80-209-0106-X.

JŮVA, K.; BURIAN, Z.; KREJČÍŘ, J.; ŠARAPATKA, B. *Pozemkové úpravy*. Vyd. 1. Praha : Státní zemědělské nakladatelství, 1978. 255 s.

KREŠL, J.; SEREDA, O. *Inženýrské stavby lesnické a protierozní ochrana půdy*. Vyd. 1. Brno : Vysoká škola zemědělská v Brně, 1989. 139 s.

KVÍTEK, T.; FUČÍK, P.; KAPLICKÁ, M.; NOVÁK, P.; NOVOTNÝ, I.; ŽÍŽALA, D. *Identifikace potenciálních zdrojových lokalit plošného zemědělského znečištění - standardizovaný podklad pro projektování pozemkových úprav : Metodika*. Praha : Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i., 2008. 34 s. ISBN 978-80-904027-3-7.

KVÍTEK, T.; GERGEL, J.; ONDR, P.; ZÁMIŠOVÁ, K. *Zemědělské meliorace*. Vyd. 1. České Budějovice : Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, 2006. 165 s. ISBN 80-7040-858-8.

MACKOVIČ, V. Využívání komplexních pozemkových úprav k uchování krajinných funkcí?. *Pozemkové úpravy*. červen 2007, 60, s. 15. ISSN 1214-5815.

MARŠÍKOVÁ, M.; MARŠÍK, Z. *Dějiny zeměměřičství a pozemkových úprav v Čechách a na Moravě v kontextu světového vývoje*. Vyd. 1. Praha : Libri, 2007. 182 s. ISBN 978-80-7277-318-3.

MAŠÁT, K.; NĚMEČEK, J.; TOMIŠKA, Z. *Metodika vymezení a mapování bonitovaných půdně ekologických jednotek*. 3. přepracované a doplněné. Praha : VÚMOP Praha, 2002. 113 s. ISBN 80-238-9095-6.

MAZÍN, V.; GALLO, P.; HOLUB, I.; KVÍTEK, T.; UHLÍŘOVÁ, J. *Praktické příručky zpracování širších územních vazeb na zemědělském půdním fondu při pozemkových úpravách : přípravné práce, průzkumy a rozbor, postup při aktualizaci BPEJ, studie ochrany půdy a vody, studie sítě polních cest*. Praha : Ministerstvo zemědělství České republiky, Ústřední pozemkový úřad, 2003. 114 s.

MAZÍN, V. Zásady navrhování plánu společných zařízení a jeho náležitosti. *Pozemkové úpravy*. Zář 2006, 57, s. 8-11. ISSN 1214-5815.

MORGAN, R. P. C. *Soil Conservation : Problems and Prospects*. Chichester, New York, Brisbane, Toronto : John Wiley & Sons, 1981. 576 s. ISBN 0-471-27882-3.

MORGAN, R. P. C. *Soil erosion and conservation*. Vyd. 3. Malden : Blackwell, 2005. 304 s. ISBN 1-4051-1781-8.

NĚMEČEK, J.; MACKŮ, J.; VOKOUN, J.; VAVŘÍČEK, D.; NOVÁK, P. *Taxonomický klasifikační systém půd České republiky*. Vyd. 1. Praha : ČZU Praha, 2001. 78 s. ISBN 80-238-8061-6.

PASÁK, V.; JANEČEK, M.; ŠABATA, M.; DÝROVÁ, E.; HEJL, R.; ŠVEHLA, F.; TINTĚRA, J.; ASINGR, J.; ŠROT, R. *Ochrana půdy před erozí*. Vyd. 1. Praha : Státní zemědělské nakladatelství, 1984. 164 s.

PODHRÁZSKÁ, J.; UHLÍŘOVÁ, J.; NOVOTNÝ, I.; STEJSKALOVÁ, D.; KRÍŽKOVÁ, S.; KORSUŇ, S.; SPITZ, P. *Návrh a hodnocení účinnosti systému komplexních opatření v pozemkových úpravách pro snížení škodlivých účinků povrchového odtoku*. Vyd. 1. Praha : Ministerstvo zemědělství ČR, 2009. 96 s. ISBN 978-80-904027-7-5.

PODHRÁZSKÁ, J.; TOMAN, F.; VITÁSKOVÁ, J.; KOUKALOVÁ, M. *Projektování pozemkových úprav*. Vyd. 1. Brno : Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2006. 217 s. ISBN 80-7375-011-2.

PODHRÁZSKÁ, J.; DUFKOVÁ, J. *Protierozní ochrana půdy*. Vyd. 1. Brno : Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2005. 99 s. ISBN 80-7157-856-8.

POKLADNÍKOVÁ, H.; TOMAN, F. Stanovení protierozní účinnosti pšenice ozimé na základě fenologických podkladů. *Soil and Water*. 2005, 4, s. 74-78. ISSN 1213-8673.

QUITT, E. *Klimatické oblasti Československa*. Vyd. 1. Brno : Geografický ústav Československé akademie věd, 1971. 73 s.

RYBÁRSKY, I.; ŠVEHLA, F.; GEISSÉ, E. *Pozemkové úpravy*. Vyd. 1. Bratislava : Vydavateľstvo ALFA, 1991. 360 s. ISBN 80-05-00873-2.

SKLENIČKA, P. *Základy krajinného plánování*. Vyd. 2. Praha : Naděžda Skleničková, 2003. 321 s. ISBN 80-903206-1-9.

ŠKOPEK, V. Problematika vodního hospodářství v komplexních pozemkových úpravách. In PŘIBÍKOVÁ, E. *Inženýrské problémy vodního hospodářství v komplexních pozemkových úpravách : Sborník referátů z 1. odborného semináře 11. dubna 1996*. Vyd. 2. Praha : Centrum pro zemědělské soustavy, spol. s r.o., 1996. s. 74. ISBN 80-902191-0-1.

ŠVEHLA, F.; VAŇOUS, M. *Pozemkové úpravy : Práce projekční*. Vyd. 1. Praha : České vysoké učení technické v Praze, 1986. 146 s.

ŠVEHLA, F.; VAŇOUS, M. *Pozemkové úpravy : Úvodní část*. Vyd. 1. Praha : České vysoké učení technické v Praze, 1987. 120 s.

TOMAN, F. *Pozemkové úpravy*. Vyd. 1. Brno : Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 1995. 144 s. ISBN 80-7157-148-8.

UHLÍŘOVÁ, J.; MAZÍN, V.; PRAŽAN, J.; KOUTNÁ, K. *Metodika studie širších územních vazeb ochrany půdy a vody v komplexních pozemkových úpravách*. Praha : Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy Praha, 2005. 31 s. ISBN 80-239-4845-8.

VAŠKŮ, Z.; LHOTSKÝ, J. *Obecný metodický postup pro optimální nakládání se státní půdou : Metodika*. Vyd. 1. Praha : Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy Praha, 2002. 46 s. ISSN 1211-3972.

VLASÁK, J.; BARTOŠKOVÁ, K. *Pozemkové úpravy*. Praha : Nakladatelství ČVUT, 2007. 168 s. ISBN 978-80-01-03609-9.

VÚMOP Praha. *Protierozní ochrana : Nové technologie v ochraně půdy před erozí*. Praha : MZe ČR, 1995. 52 s.

## **Legislativa**

Zákon č. 334/1992 Sb., o ochraně zemědělského půdního fondu

Zákon č. 139/2002 Sb., o pozemkových úpravách a pozemkových úřadech a o změně zákona č. 229/1991 Sb., o úpravě vlastnických vztahů k půdě a jinému zemědělskému majetku, ve znění pozdějších předpisů



Vyhláška č. 545/2002 Sb. o postupu při provádění pozemkových úprav a náležitostech návrhu pozemkových úprav

Vyhláška Ministerstva zemědělství ze dne 15. prosince 1998, kterou se stanoví charakteristika bonitovaných půdně ekologických jednotek a postup pro jejich vedení a aktualizaci

## **Internetové zdroje**

*Geologické a geovědní mapy* [online]. [cit. 2010-09-10]. Geologicke-mapy.cz. Dostupné z WWW: <<http://www.geologicke-mapy.cz/regiony/ku-749281/>>.

*Český úřad zeměměřičský a katastrální* [online]. [cit. 2011-02-10]. Cuzk.cz. Dostupné z WWW:

<[http://www.cuzk.cz/Dokument.aspx?PRARESKOD=499&MENUID=10435&AKCE=META:SESTAVA:MDR002\\_XSLT:WEBCUZZK\\_ID:749281](http://www.cuzk.cz/Dokument.aspx?PRARESKOD=499&MENUID=10435&AKCE=META:SESTAVA:MDR002_XSLT:WEBCUZZK_ID:749281)>.

*Obec Slabčice* [online]. 2004, 4. 7. 2008 [cit. 2011-01-25]. Slabcice.cz. Dostupné z WWW: <<http://www.slabcice.cz/obec/o-obci/>>.

*Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i.* [online]. 2011 [cit. 2011-02-16]. Vumop.cz. Dostupné z WWW:

<[http://ms.sowac-gis.cz/mapserv/dhtml\\_eroze/index.php?project=dhtml\\_eroze&](http://ms.sowac-gis.cz/mapserv/dhtml_eroze/index.php?project=dhtml_eroze&)>.

## Seznam zkratk

BPEJ	bonitovaná půdně ekologická jednotka
ERCN	Educator Resource Center Network
HPJ	hlavní půdní jednotka
KN	katastr nemovitostí
k. ú.	katastrální území
KPÚ	komplexní pozemková úprava
OP	osevní postup
PEO	protierozní opatření
PSZ	plán společných zařízení
SMO-5	Státní mapa odvozená 1 : 5 000
TTP	trvalý travní porost
ÚPD	územně plánovací dokumentace
ÚSES	územní systém ekologické stability
VÚMOP	Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy
ZM 10	Základní mapa ČR 1 : 10 000
ZPF	Zemědělský půdní fond

## Seznam tabulek

- Tab. č. 1: Kategorie náchylnosti půd k vodní erozi
- Tab. č. 2: Výsledný faktor K
- Tab. č. 3: Výsledný faktor L
- Tab. č. 4: Výsledný faktor S
- Tab. č. 5: Kategorie svahů podle LS faktoru
- Tab. č. 6: Vypočtený faktor LS
- Tab. č. 7: Průměrné rozdělení faktoru R do měsíců vegetačního období v ČR
- Tab. č. 8: Období vývoje plodiny
- Tab. č. 9: Výpočet faktoru C pro obilniny se zaměřením v OP po obilninách
- Tab. č. 10: Výpočet faktoru C pro obilniny se zaměřením v OP po kukuřici
- Tab. č. 11: Výpočet faktoru C pro kukuřici
- Tab. č. 12: Výpočet faktoru C pro ozimou řepku
- Tab. č. 13: Stupně erozního ohrožení
- Tab. č. 14: Výpočet erozního smyvu půdy v k. ú. Slabčice
- Tab. č. 15: Výpočet faktoru C s protierozním pěstováním kukuřice
- Tab. č. 16: Výpočet faktoru C pro obilniny zaměřené v OP po jeteli
- Tab. č. 17: Výpočet erozního smyvu v k. ú. Slabčice s návrhem PEO
- Tab. č. 18: Výpočet erozního smyvu půdy v k. ú. Slabčice dle PSZ
- Tab. č. 19: Výpočet erozního smyvu půdy v k. ú. Slabčice s návrhem protierozních opatření dle PSZ

## Seznam grafů

- Graf č. 1: grafické znázornění velikosti ploch dle náchylnosti půd

## Seznam obrázků

- Obr. č. 1: Obec Slabčice na mapě České republiky
- Obr. č. 2: Klimatický region
- Obr. č. 3: Geologická mapa 1 : 500 000
- Obr. č. 4: Geologická mapa 1 : 50 000
- Obr. č. 5: Vyznačené odtokové dráhy v ZM 10
- Obr. č. 6: Zobrazené plochy dle náchylnosti půd
- Obr. č. 7: Ortofotomapa s vyznačením BPEJ v k. ú. Slabčice
- Obr. č. 8: Odtoková dráha č. 3.1
- Obr. č. 9: Odtokové dráhy č. 7 a 8
- Obr. č. 10: Organizační a technická PEO
- Obr. č. 11: „Historická“ cedule
- Obr. č. 12: Mírně členitý, kopcovitý terén
- Obr. č. 13: Soutok
- Obr. č. 14: Slabčický potok
- Obr. č. 15: Nemějický potok
- Obr. č. 16: Vrch Hájký
- Obr. č. 17: Pohled na svah s odtokovou dráhou č. 6
- Obr. č. 18: Polní cesta pod odtokovou dráhou č. 6
- Obr. č. 19: Pohled na pozemek s odtokovou dráhou č. 3
- Obr. č. 20: Drenážní systémy
- Obr. č. 21: Údolnice s odtokovou dráhou č. 1
- Obr. č. 22: údolnice s odtokovou dráhou č. 10
- Obr. č. 23: Odtoková dráha č. 10
- Obr. č. 24: Na hrbinách, údolnice s odtokovou dráhou č. 2

## Seznam příloh

- Příloha č. 1: Fotodokumentace
- Příloha č. 2: Schéma působení erozních faktorů při vodní erozi
- Příloha č. 3: PSZ dle KPÚ Slabčice
- Příloha č. 4: ZM 10

## Příloha č. 1: Fotodokumentace



Obr. č. 11 – „Historická“ cedule (v březnu 2011 na hranici k. ú. nebyla)



Obr. č. 12 – Mírně členitý, kopcovitý terén



Obr. č. 13 – Soutok



Obr. č. 14 – Slabčický potok



Obr. č. 15 – Nemějický potok



Obr. č. 16 – Vrch Hájky



Obr. č. 17 – Pohled na svah s odtokovou dráhou č. 6



Obr. č. 18 – Polní cesta pod odtokovou dráhou č. 6





Obr. č. 19 – Pohled na pozemek s odtokovou dráhou č. 3



Obr. č. 20 – Drenážní systémy



Obr. č. 21 – Údolnice s odtokovou drážkou č. 1



Obr. č. 22 – Údolnice s odtokovou drážkou č. 10



Obr. č. 23 – Odtoková dráha č. 10



Obr. č. 24 – Na hrbinách, údolnice s odtokovou dráhou č. 2

**Příloha č. 2: Schéma působení erozních faktorů při vodní erozi**

